

REALIDAD AUMENTADA EN DISPOSITIVOS MÓVILES PARA DESPLIEGUE
DE REDES WLAN

CARLOS ANDRÉS HERNÁNDEZ GÓMEZ
COD: 2046432

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero informático y de sistemas

Director
ALEXANDER GARCÍA DÁVALOS
Ingeniero de Sistemas, Magíster en Ciencias Computacionales

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN
PROGRAMA INGENIERÍA INFORMÁTICA Y DE SISTEMAS
SANTIAGO DE CALI
2009

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	
1. TITULO	4
2. PARTICIPANTES	4
2.1 ESTUDIANTES.....	4
2.2 DIRECTOR ACADÉMICO DEL PROYECTO	4
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
4. JUSTIFICACIÓN.....	6
5. ANTECEDENTES.....	7
6. MARCO TEORICO	10
6.1 HERRAMIENTAS PARA REALIDAD AUMENTAD (AR).....	10
6.1.1 Artoolkit	10
6.1.2 Studierstube ES	12
6.1.3 Artag.....	13
6.1.4 Cuadro comparativo entre las herramientas	14
6.1.5 Alternativa	15
6.1.6 Toma de la decisión	16
6.2 REDES INALÁMBRICAS.....	16
6.2.1 ¿Qué son las redes inalámbricas?.....	17
6.2.2 Tipos de redes inalámbricas	17
6.2.3 Ventajas de WLAN sobre las redes fijas.....	18
6.2.4 Implantación: topologías y configuraciones	19
6.2.5 Propagación de ondas de radio	21
6.2.6 Absorción de ondas de radio	22
6.2.7 Reflexión de ondas de radio	22
6.2.8 La propiedad de los medios.....	23
6.3 Android	24
6.3.1 Características	24
6.3.2 Arquitectura de Android	24
6.3.3 Dispositivos Android	26
6.4 OPENGL	26
6.4.1Diseño.....	27

7.	OBJETIVOS.....	30
7.1	OBJETIVO GENERAL	30
7.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	30
8.	METODOLOGÍA	31
8.1	DISEÑO DE LA APLICACIÓN	31
8.1.1	Alcance del proyecto.....	31
8.1.2	Descripción del software	32
8.1.3	Demografía de usuario	32
8.1.4	Requerimientos funcionales y no funcionales	32
8.1.5	Diagrama de casos de uso	35
8.1.6	Descripción de subcasos de uso	36
8.1.7	Descripción de los casos de uso	45
8.1.8	Metodología de la aplicación	48
8.2	ANÁLISIS Y DISEÑO	49
8.2.1	Diagrama de clase cargar imagen	49
8.2.2	Diagrama de clase agregar un objeto al entorno	49
8.2.3	Diagrama de clase personalizar las características del AP	50
8.2.4	Diagrama de clase guardar un diseño	52
8.2.5	Diagrama de clase cargar un diseño	53
8.2.6	Diagrama de clase ir al menú de ayuda.....	53
8.2.7	Diagrama de clase realizar zoom al plano o imagen	54
8.2.8	Diagrama de clase personalizar un nodo de la red.....	54
8.2.9	Diagrama de clase borrar un objeto.....	55
8.2.10	Diagrama de secuencia cargar imagen	56
8.2.12	Diagrama de secuencia personalizar las características del AP.....	58
8.2.13	Diagrama de secuencia guardar un diseño	59
8.2.14	Diagrama de secuencia cargar un diseño.....	60
8.2.15	Diagrama de secuencia ir al menú de ayuda.....	61
8.2.16	Diagrama de secuencia realizar zoom al plano o imagen.....	62
8.2.17	Diagrama de secuencia personalizar un nodo de la red.....	63
8.3	TOMA DE DECISIONES	65
8.3.1	El desarrollo en android	65
8.3.2	El desarrollo en 3D	65

8.3.3 La presentación de los nodos	66
8.3.4 La manipulación de los objetos.....	66
8.4 RESULTADOS	67
8.4.1 El caso de estudio	67
8.4.2 El prototipo.....	68
9. CONCLUSIONES	72
BIBLIOGRAFIA	

LISTA DE TABLAS

Tabla 6-1: Cuadro comparativo entre sistemas de Realidad Aumentada	14
Tabla 8-1: Matriz de sub casos de uso	34
Tabla 8-2: Matriz de casos de uso	34

TABLA DE FIGURAS

Figura5-1: Resultado esperado del trabajo de los estudiantes de la Universidad Técnica Federico Santa María.	8
Figura5-2: Simulación: reconstrucción de la puerta principal y contrazoom.	9
Figura6-1: Demo Realidad Aumentada usando ARToolKit.....	11
Figura6-2: ARToolKit y dependencias de librerías.....	12
Figura6-3: Demo Realidad Aumentada usando Sturdiestube ES	13
Figura 6-4: Arquitectura de Studierstube ES	13
Figura 6-5: Proyecto Goblin XNA.....	14
Figura 6-6: Demos de Realidad Aumentada usando ARTag	14
Figura6-7: Posicionamiento de estándares inalámbricos.....	19
Figura 6-8: Conexión peer to peer	20
Figura6-9: Utilización de un Punto de acceso.....	20
Figura 6-10: Utilización de varios Puntos de acceso. Terminales con capacidad de roaming.....	21
Figura 6-11: Interconexión de LAN mediante antenas direccionales.....	22
Figura6-12: Reflexión en las ondas	23
Figura6-13: Efecto multirutas	23
Figura6-14: Arquitectura de Android	25
Figura 6-15: Htc Magic.....	26
Figura6-16: Pipeline OpenGL	28
Figura8-1: Diagrama de casos de uso	35
Figura8-2: Diagrama de clase cargar una imagen	49
Figura 8-3: Diagrama de clase agregar un objeto al entorno.....	50
Figura8-4: Diagrama de clase personalizar las características del AP	51
Figura8-5: Diagrama de clase guardar un diseño	52
Figura8-6: Diagrama de clase cargar un diseño	53
Figura8-7: Diagrama de clase ir al menú de ayuda	53
Figura8-8: Diagrama de clase realizar zoom al plano o imagen	54
Figura8-9: Diagrama de clase personalizar un nodo de la red	54
Figura 8-10: Diagrama de clase borrar un objeto.....	55
Figura8-11: Diagrama de secuencia cargar una imagen	56
Figura 8-12: Diagrama de secuencia agregar un objeto al entorno	57
Figura8-13: Diagrama de secuencia personalizar las características del AP	58
Figura 8-14: Diagrama de secuencia guardar un diseño	59
Figura8-15: Diagrama de secuencia cargar un diseño	60
Figura8-16: Diagrama de secuencia ir al menú de ayuda.....	61
Figura8-17: Diagrama de secuencia realizar zoom al plano o imagen	62
Figura8-18: Diagrama de secuencia personalizar un nodo de la red.....	63
Figura8-19: Diagrama de secuencia borrar un objeto.....	64
Figura8-20: Distribución de AP en la Universidad Autónoma de Occidente	67
Figura8-21: Mapa Universidad Autónoma de Occidente renderizado.....	68
Figura8-22: Proceso para agregar un AP	69

Figura8-23: Resultado de la adición de un AP.....	70
Figura8-24: Despliegue de AP Universidad Autónoma de Occidente.....	70
Figura8-25: Ágora Universidad Autónoma de Occidente.....	71

INTRODUCCIÓN

La Realidad Aumentada (AR) tiene su aparición en el mundo científico a principios de los años 1990 cuando la tecnología basada en:

- a) Computadores de procesamiento rápido.
- b) Técnicas de renderizado de gráficos en tiempo real.
- c) Sistemas de seguimiento de precisión portables.

Permiten implementar la combinación de imágenes generadas por computador sobre la visión del mundo real que tiene el usuario. En muchas aplicaciones industriales y domésticas se disponen de una gran cantidad de información que están asociadas a objetos del mundo real, y la Realidad Aumentada se presenta como el medio que une y combina dicha información con los objetos del mundo real. Así, muchos de los diseños que realizan los arquitectos, ingenieros, diseñadores pueden ser visualizados en el mismo lugar físico del mundo real para donde han sido diseñados.

La Realidad Aumentada está relacionada con la tecnología Realidad Virtual que sí está más extendida en la sociedad¹; presenta algunas características comunes como por ejemplo la inclusión de modelos virtuales gráficos 2D y 3D en el campo de visión del usuario; la principal diferencia es que la Realidad Aumentada no reemplaza el mundo real por uno virtual, sino al contrario, mantiene el mundo real que ve el usuario complementándolo con información virtual superpuesta al real. El usuario nunca pierde el contacto con el mundo real que tiene al alcance de su vista y al mismo tiempo puede interactuar con la información virtual superpuesta.



Fuente: Realidad Aumentada (Disponible en: <http://www.bitmondo.com/articulos/realidad-aumentada/ar3.png>)

¹Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente [En Línea]. Basogain X., Olabe M., Espinosa K., Rouèche C., Olabe J.C. 2007. [Consultado el: 11 de Diciembre de 2008] Disponible en internet: <http://www.labein.es/rasmap-w.nsf/Publicaciones/educamadrid-2007.pdf>

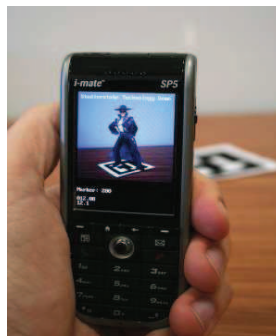
La Realidad Aumentada proporciona al usuario la posibilidad de interactuar con seguridad, sin la necesidad de formación o instrucción en algún campo, ya que puede aportar a sus objetos reales entornos virtuales, aumentar y mejorar la visión que tiene del mundo real. Esto se logra a través de técnicas de visión por computador y gráficos por computador / realidad virtual, dando lugar a la superposición de objetos virtuales con el mundo real.

Otro aspecto interesante es la posibilidad de manipular estos objetos con sus manos, lo que permite una atractiva interacción con el medio ambiente.

Pero para que los objetos virtuales formen parte del entorno real y se puedan manejar, debe utilizar un software habilitado para dar una visión de la realidad y el posicionamiento de objetos virtuales, así como activar los dispositivos adecuados para la tecnología de realidad aumentada.

La Realidad Aumentada es relativamente nueva y se están explorando en sus posibles usos, se proyecta que sea una tecnología madura y ampliamente diversificada entre los usuarios en unos 10 años pero desde ya se usa en diferentes campos.

Esta tecnología tiene la necesidad de integrar varias tecnologías, a través de dispositivos especializados (lentes de realidad aumentada, los cuales incluyen como base un sistema de captura de video y uno de proyección, los cuales son integrados por software en una computadora equipada con hardware gráfico)². Sin embargo, es posible aprovechar muchos dispositivos ya disponibles en un sector amplio y con tendencia de mayor penetración (PDA, Celulares, TabletPC, smartphone principalmente) que ya integran los diversos componentes requeridos y pueden ser adaptados para montarles contenidos con Realidad Aumentada.



Fuente: Primeros Pasos (Disponible en:http://1.bp.blogspot.com/_mqV_CSE1Gmg/RwK9HIdAzsI/AAAAAAAAABM/Vc-bzW_moRI/s1600-h/artoolkitplus_Smartphone.jpg)

² La realidad aumentada: una tecnología en espera de usuarios [En Línea]. Lara L., Villarreal J., 2007. [Consultado 3 de Enero de 2009]. Disponible en: http://www.revista.unam.mx/vol.8/num6/art48/jun_art48.pdf.

El desarrollo de este trabajo permite darle continuidad a un enfoque poco trabajado en la Realidad Aumentada, se orienta la AR hacia el mundo de las TIC, tecnologías de la información y las telecomunicaciones, aplicándolo en el planeamiento y despliegue de redes inalámbricas, permitiendo visualizar la distribución de los componentes (puntos de acceso) y aprovechando al máximo las capacidades de los dispositivos móviles. Además teniendo en cuenta las limitaciones y los estándares así como las recomendaciones para el despliegue de redes inalámbricas de área local (WLAN).

Los desarrollo de este tipo puede ser usado en las empresas para hacer el estudio del despliegue de la infraestructura de redes inalámbricas WLAN o por los ingenieros que desarrollan trabajos en outsourcing en redes, para presentar en sus propuestas, en dichos trabajos se mostraría como irían colocados los dispositivos inalámbricos (accesspoint, router, etc) para un caso en particular y como estos se verían afectados por el entorno.

1. TITULO

Realidad aumentada en dispositivos móviles para despliegue de redes WLAN.

2. PARTICIPANTES

2.1 ESTUDIANTES

Nombres y apellidos	Código	Programa	Modalidad	e-mail
Carlos Andrés Hernandez Gómez	20464 32	Ingeniería Informática y de Sistemas	Diurna	carlosandre s390@hotm ail.com

2.2 DIRECTOR ACADÉMICO DEL PROYECTO

Nombres y apellidos	Títulos
Alexander García Dávalos	Ingeniero de Sistemas, Magíster en Ciencias Computacionales

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La realidad aumentada está introduciéndose en nuevas áreas de aplicación como son entre otras la reconstrucción del patrimonio histórico, el entrenamiento de operarios de procesos industriales, marketing, el mundo del diseño interiorista y guías de museos. El mundo académico no está al margen de estas iniciativas y también ha empezado a introducir la tecnología de la Realidad Aumentada en algunas de sus disciplinas.

Lo que busca este trabajo es darle un enfoque a esta tecnología hacia el mundo de las TIC, tecnologías de la información y las telecomunicaciones, aplicándolo en el planeamiento y despliegue de redes inalámbricas, permitiendo visualizar la distribución de los componentes (puntos de acceso) y aprovechando al máximo las capacidades de los dispositivos móviles. Además teniendo en cuenta las limitaciones y los estándares y recomendaciones para el despliegue de redes inalámbricas de área local (WLAN).

4. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de las redes y el uso de sistemas inalámbricos representan el siguiente escalón en la tecnología de redes, ya que permite dotar a las redes convencionales de nuevas posibilidades.

Las redes inalámbricas proporcionan ciertas características como la movilidad y la flexibilidad que con las redes cableadas resulta complicado de obtener, convirtiéndose en imprescindibles para entornos cambiantes o que requieran gran capacidad de adaptación.

Al igual que otras áreas como el cine, la publicidad, la arqueología y la ingeniería automotriz, las ciencias de la computación también pueden beneficiarse de conceptos como la Realidad Aumentada. La aplicación que se plantea en el presente trabajo es un enfoque nuevo, debido a que no se había aplicado la AR directamente a problemas de redes inalámbricas (p.ej. WLAN).

Con el desarrollo de este trabajo se pretende que por medio de los dispositivos móviles y haciendo uso de la AR se faciliten los análisis el despliegue de redes WLAN, tomando como caso de estudio las redes inalámbricas de la Universidad Autónoma de Occidente.

Un desarrollo de este tipo puede ser usado en las empresas para hacer el estudio del despliegue de la infraestructura de redes inalámbricas WLAN o por los ingenieros que desarrollan trabajos de outsourcing en redes, para presentar propuestas visuales de despliegue de los dispositivos inalámbricos (Access point) para un caso en particular y como éstos se verían afectados por el entorno.

5. ANTECEDENTES

La Realidad Aumentada se ha aplicado en diferentes temas, como la reconstrucción del patrimonio histórico, el entrenamiento de operarios de procesos industriales, marketing, el mundo del diseño interiorista y guías de museos. El mundo académico no está al margen de estas iniciativas y también ha empezado a introducir la tecnología de la Realidad Aumentada en algunas de sus disciplinas.

Entre los muchos trabajos tenemos Sistema de Realidad Aumentada para Planificación Neuroquirúrgica Basado en Dispositivos Móviles de Uso Masivo trabajo desarrollado por Pablo Roncagliolo, Agustín González, Antonio Orellana y Paolo Massaro, de la Universidad Técnica Federico Santa María en Chile³. El desarrollo anterior se enmarca en un proyecto mayor que consiste en un sistema de Realidad Aumentada para planificación neuroquirúrgica, que permite la superposición referenciada de leyendas u objetos virtuales sobre la imagen de un paciente capturada en tiempo real por la cámara. Mediante algoritmos de procesamiento de imágenes la aplicación decodifica la distancia y ángulo de visión del dispositivo móvil, la cual es retransmitida a un computador (servidor) que posee las imágenes médicas del paciente (TAC), extrayendo la "vista" correspondiente de la imagen según la posición espacial del equipo móvil. De esta forma, por ejemplo, es posible visualizar de manera interactiva a través de un equipo móvil, la posición de una marca, por ejemplo un tumor. Dicha marca se debe realizar previamente en el software de planificación. El médico podría utilizar este sistema para evaluar al paciente in situ antes y durante la operación y marcar las zonas de abordaje. Existe un gran potencial para esta aplicación dada la masificación y bajo costo de los dispositivos móviles, lo que permite vislumbrar un futuro cercano donde cada cirujano pueda visualizar y confirmar ciertos procedimientos prequirúrgicos, simplemente "observando" a través de su celular o PDA.

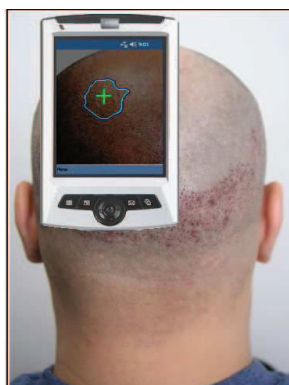
Otro de los proyectos referenciados es el de Experiences with Handheld Augmented Reality de Dieter Schmalstieg y Daniel Wagner de la Graz University of Technology⁴. En este trabajo se presenta un completo trabajo sobre AR y un motor de juego de caza del tesoro. El marco se ejecuta de manera eficiente en los dispositivos con Windows CE. El sistema se encuentra actualmente utilizado en un museo y un socio comercial, quienes tienen previsto volver a utilizar la tecnología desarrollada para otros juegos.

³ Sistema de Realidad Aumentada para Planificación Neuroquirúrgica Basado en Dispositivos Móviles de Uso Masivo [En Línea]. Roncagliolo P. González A. Orellana A. Massaro P. 2007. [Consultado 10 de Enero de 2009]. Disponible en: http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/publications/2007/JornadasIngenieriaBiomedica/CI26_Roncagliolo_UVChile_RealidadAumentada.pdf.

⁴Experiences with Handheld Augmented Reality [En Línea].Schmalstieg D. Wagner D. 2007. [Consultado 12 de Enero de 2009]. Disponible en: <http://www.icg.tu-graz.ac.at/Members/daniel/Publications/HandheldAugmentedRealityDisplays.pdf>.

Prototipo de visita al yacimiento arqueológico de Vilars⁵ desarrollado por Alonso N, Balaguer A, Bori S, Ferré G, Junyent E, Lafuente A, López J. B, Lorés J, Muñoz, D, Sendín, M, Tartera E, del Departamento de Informática e Ingeniería Industrial Universidad de Lleida el trabajo se trata de una visita guiada mediante una tableta (mini PC con pantalla TFT que permite la interacción mediante un puntero), en esta visita se puede interactuar con el terreno (zoom, posicionamiento, etc) en el lugar al visitante se le suministra el dispositivo y este selecciona un idioma y una opción de visita (diferentes grados niveles), la aplicación le indica el recorrido a seguir a medida que se acerca a la fortaleza, el soporte le mostrará el paleo paisaje virtual de la época que éste escoja, pudiendo optar por hacer aproximaciones visuales, adquirir más información sobre la agricultura del momento, etc.

Figura5-1: Resultado esperado del trabajo de los estudiantes de la Universidad Técnica Federico Santa María.



Fuente: Roncagliolo Pablo, González Agustín, Orellana Antonio, Massaro Paolo. Sistema de Realidad Aumentada para Planificación Neuroquirúrgica Basado en Dispositivos Móviles de Uso Masivo, 2007, p. 4

Cabe aclarar que en materia de redes no se ha desarrollado nada similar a lo que en este trabajo se pretende realizar.

⁵Análisis de escenarios de futuro en realidad aumentada. Aplicación al yacimiento arqueológico de Els Vilars [En Línea]. Lleida. Alonso N., Balaguer A., Bori S., Ferré G., Junyent E., Lafuente A., López J., Lorés J., Muñoz D., Sendín M., Tartera E., 2001. [Consultado 11 de Diciembre de 2008]. Disponible en internet: http://griho2.udl.es/publicacions/2001/Interaccion_2001_-_Realidad_Aumentada.pdf.

Figura5-2: Simulación: reconstrucción de la puerta principal y contrazoom.



Fuente:Alonso N., Balaguer A., Bori S., Ferré, G., Junyent E., Lafuente, A., López, J. B., Lorés J., Muñoz, D., Sendín M., Tartera E. Análisis de escenarios de futuro en realidad aumentada. Aplicación al yacimiento arqueológico de Els Vilars. P. 9

6. MARCO TEORICO

6.1 HERRAMIENTAS PARA REALIDAD AUMENTADA (AR)

El concepto Realidad Aumentada ha traído consigo herramientas que permiten desarrollar aplicaciones basadas en AR de forma rápida y mucho más eficientes. Dichas herramientas han sido migradas a los dispositivos móviles debido a que éstos poseen todo lo necesario para ejecutar aplicaciones de AR, entre las cuales tenemos cámara con altas resoluciones, mejores procesadores y pantallas de gran calidad y tamaño.

Entre las principales plataformas de Realidad Aumentada tenemos ARToolkit, Studierstube y ARTag, siendo las dos primeras las más influyentes en el desarrollo de la AR.

6.1.1 Artoolkit

Es un software libre desarrollado por el Dr Hirokazu Kato, que actualmente se utilizan por los investigadores de la Interfaz Humana de la Tecnología de Laboratorio(Hitler), de la Universidad de Washington⁶, construido para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada. ARToolKit opera a través de técnicas de visión por computador, procesamiento de imágenes y programación.

Sin embargo, uno de los mayores problemas en el desarrollo de estas aplicaciones de realidad aumentada es calcular con precisión, en tiempo real, el punto de vista del usuario de modo que los objetos del mundo virtual estén debidamente ajustados a los objetivos del mundo real. En este contexto, utilizando técnicas de visión por computador⁷, el software ARToolKit permite calcular la posición real de la cámara y sus marcadores de referencia, permitiendo al desarrollador añadir objetos virtuales sobre estos marcadores en el mundo real.

Para conseguir su función, ARToolkit usa marcas planas impresas formadas por un marco de color negro que contiene en su interior un patrón previamente aprendido. Para que los datos de posición e inclinación relativa que se calculen sean los correctos, las dimensiones de la marca (ancho y alto) serán establecidas a priori.

⁶ Sitio web oficial <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>

⁷ La visión por computadora es una rama de la inteligencia artificial que tiene por objetivo modelar matemáticamente los procesos de percepción visual en los seres vivos y generar programas que permitan simular estas capacidades visuales por computadora.

El funcionamiento de cualquier programa de Realidad Aumentada basado en ARToolkit es el siguiente:

Figura6-1: Demo Realidad Aumentada usando ARToolKit



Fuente: ARToolKit (Disponible en: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>)

Se captura un fotograma de la fuente de video.

La imagen se transforma en binaria a partir de un umbral predeterminado. Todos los píxeles cuya intensidad supere el umbral pasan a ser negros, el resto pasan a ser blancos, dando una imagen en blanco y negro donde las zonas oscuras pasan a ser blancas y viceversa.

En la imagen binaria, se buscan todos los marcos blancos que pudiesen ser candidatos de contener marcas conocidas.

Una vez obtenidos los candidatos se comprueba que contienen un patrón conocido de entre los almacenados en memoria, de modo que se eliminan falsos positivos en la detección.

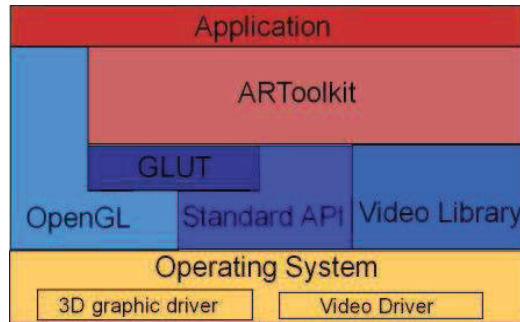
Para aquellas marcas donde se encuentren patrones conocidos se obtienen los datos de posición e inclinación relativa a la cámara, que se guardarán en una matriz de transformación geométrica homogénea.

A partir de dicha matriz de transformación se aplican las transformaciones geométricas a los elementos 3D que se van a pintar con OpenGL.

Por último, se superponen los objetos 3D generados en OpenGL a la imagen de video capturada.

ARToolkit es multiplataforma es decir opera en los principales sistemas operativos, MacOS, Windows y Linux, además de haber sido portado a los sistemas operativos móviles como Symbian, Windows Mobile y el Iphone OS.

Figura6-2: ARToolkit y dependencias de librerías



Fuente:ARToolkit (Disponible en:

<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/images/artarchitecture.jpg>)

6.1.2Studierstube ES

Es un software creado desde cero a mediados de 2006 que presenta una nueva manera de ofrecer Realidad Aumentada en dispositivos móviles. Opera en plataformas Windows, Windows CE, Symbian y entre sus características tenemos el manejo de gráficos, video, multimedia, almacenamiento persistente, multi-usuario y la aplicación de sincronización.

Studierstube ES⁸ puede ser usado para desarrollo independiente, así como multi-usuario y aplicaciones que requieren una arquitectura cliente-servidor.

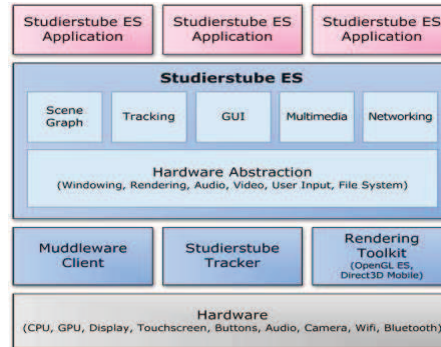
⁸Sitio web oficial http://studierstube.icg.tu-graz.ac.at/handheld_ar/stbes.php

Figura6-3: Demo Realidad Aumentada usando Sturdiestube ES



Fuente:Studierstube ES (Disponible en:http://studierstube.icg.tu-graz.ac.at/handheld_ar/virtuoso.php)

Figura 6-4: Arquitectura de Studierstube ES



Fuente:Studierstube Es (Disponible en: http://studierstube.icg.tu-graz.ac.at/handheld_ar/images/StbES_arch.png)

6.1.3 Artag

ARTag⁹ es un sistema de Realidad Aumentada en la que los objetos, juegos y animaciones parecen entrar al mundo real.

Entre los proyectos reconocidos usando esta herramienta se encuentra en desarrollo por la Universidad de Columbia. El proyecto es llamado Goblin XNA¹⁰ y pretende ser una plataforma 3D de AR, el proyecto está elaborado en C# y el motor para videojuegos de Microsoft XNA.

⁹Sitio web oficial <http://www.artag.net/>

¹⁰Sitio web oficial <http://graphics.cs.columbia.edu/projects/goblin/goblinXNA.htm>

Figura 6-5: Proyecto Goblin XNA



Fuente:Goblin XNA: A Platform for 3D AR and VR(Disponible en: <http://graphics.cs.columbia.edu/projects/goblin/goblinXNA.htm>)

Aunque este sistema se ve opacado por los antes mencionados, se han desarrollado otros interesantes proyectos como manuales en AR para submarinos y juegos.

Figura 6-6: Demos de Realidad Aumentada usando ARTag



Fuente: ARTag (Disponible en: http://www.artag.net/artag_magic_lens.jpg)

6.1.4 Cuadro comparativo entre las herramientas

Para evaluar las diferentes herramientas de AR se tuvieron en cuenta temas tan importantes como las plataformas soportadas, la documentación, los lenguajes de programación, el tipo de soporte y la licencia del software.

Tabla 6-1: Cuadro comparativo entre sistemas de Realidad Aumentada

Criterio	ARToolkit	Sturdiestube	ARTag
Sistemas operativos soportados	Windows, Linux y MacOS	Windows y Linux	Windows, Linux y MacOS
Licencia	GPL	Licencia	Uso personal no

		comercial	comercial.
Lenguaje de programación	C++	C++	C++
Documentación	Publicaciones de la página, Foro	Publicaciones de la página	Libro, Augmented Reality Apractical guide
Soporte	-	Empresa Imagination	-
Soporte a sistemas móviles	Symbian, Windows Mobile y el Iphone OS	Windows CE, Symbian	-

6.1.5 Alternativa

Android es una plataforma de software y un sistema operativo para dispositivos móviles basado en el kernel de Linux, desarrollado por Google y la "Open Handset Alliance." Permite escribir código en lenguaje Java con algunas librerías desarrolladas por Google y destinadas para controlar el móvil.

Android busca causar un impacto disruptor en la industria de la comunicación móvil¹¹, estableciendo una plataforma abierta que permita un acceso fácil a prácticamente todas las funcionalidades hardware de los dispositivos en los que esté instalado, de igual forma provee a los desarrolladores una serie de librerías que favorezcan la creación ágil y rápida de aplicaciones. Se ha hecho especial énfasis en que las aplicaciones creadas por terceros no tendrán ningún tipo de desventaja en cuanto a funcionalidad y acceso al dispositivo, frente a las aplicaciones "nativas" que se distribuirán originalmente con Android.

Android posee soporte para 3D por medio de las librerías OpenGL ES (Sistemas Embebidos), que se ha convertido en un estándar para el manejo de esta clase de gráficos en los dispositivos móviles. Actualmente se encuentra presente en casi todos los celulares de gama alta, adicional a esto la comunidad de Android ha crecido enormemente desde que salió el primer dispositivo equipado con este sistema operativo.

¹¹ Evaluación de las tecnologías de la web móvil 2.0 desarrollo de un prototipo de web móvil de la ETSIT con tecnología móvil AJAX [En Línea]. Camarero J. 2008. [Consultado el: 15 de enero de 2009] Disponible en internet: http://lab.gsi.dit.upm.es/c/document_library/get_file?p_l_id=14888&folderId=18048&name=DLFE-504.pdf

Actualmente ha surgido una gran comunidad entorno a este sistema que genera conocimiento constantemente, sitio como foros de discusión, libros y listas de correo hacen fácil en iniciarse en el mundo de Android.

Debido a las características antes mencionadas se propone una solución alternativa la cual no usará los SDK descritos para manejar AR, al contrario será una solución de AR escrita desde cero, haciendo uso del gran potencial que presenta este SO para móviles.

Se plantea dejar una base sobre la cual se puedan hacer futuros desarrollos aplicando el concepto, haciendo uso del prototipo generado en este proyecto.

6.1.6 Toma de la decisión

En el cuadro comparativo (ver Tabla 6-1) se tienen en cuenta tres de las mejores herramientas disponibles para Realidad Aumentada, pero éstas están limitadas a la plataforma Windows aunque se haya usado en Linux. La documentación sobre cómo ha sido la portabilidad no es muy clara, por otro lado la programación se hace enteramente en el lenguaje C++. Entre las mayores deficiencias encontradas en estas plataformas esta la documentación, que en ultimas, es la base para el desarrollo de un proyecto de forma efectiva, comparando estas herramientas con Android en lo que concierne a documentación, está claro que esta última ha generado una mayor expectativa por parte de la comunidad de desarrolladores alrededor del mundo, trayendo consigo una generación de conocimiento importante, ya que no solo su comunidad sino sus creadores Google y la Open Handset Alliance, están haciendo que encontrar información y realizar preguntas sea una tarea más sencilla.

Por lo tanto se decidió que el proyecto fuera llevado a cabo en el sistema operativo para móviles Android, que usa lenguaje de programación Java y que posee un emulador para sistemas operativos de escritorio tanto Windows como Linux.

6.2 REDES INALÁMBRICAS

En los últimos años las redes de área local inalámbricas (WLAN, Wireless Local Area Network) han ganado mucha popularidad, ya que permiten a sus usuarios

acceder a información y recursos en tiempo real sin necesidad de estar físicamente conectados a un determinado lugar¹².

Con las WLANs la red, por sí misma, es móvil y elimina la necesidad de usar cables y establece nuevas aplicaciones añadiendo flexibilidad a la red, y lo más importante incrementa la productividad y eficiencia en las empresas donde está instalada. Un usuario dentro de una red WLAN puede transmitir y recibir voz, datos y vídeo dentro de edificios, entre edificios o campus universitarios e inclusive sobre áreas metropolitana.

Pero no solamente encuentran aplicación en las empresas, sino que su extensión a ambientes públicos, en áreas metropolitanas, como medio de acceso a Internet o para cubrir zonas de alta densidad de usuarios (hot spots¹³) en las redes de tercera generación (3G) se ven como las aplicaciones de más interés durante los próximos años.

Las nuevas posibilidades que ofrecen las WLANs son: permitir una fácil incorporación de nuevos usuarios a la red, ofrecer una alternativa de bajo costo a los sistemas cableados, además de la posibilidad para acceder a cualquier base de datos o cualquier aplicación localizada dentro de la red.

6.2.1 ¿Qué son las redes inalámbricas?

Las redes inalámbricas son aquellas que se comunican por un medio de transmisión no guiada (sin cables) mediante ondas electromagnéticas. Usan una comunicación radial para realizar la misma funcionalidad que la de una LAN cableada.

6.2.2 Tipos de redes inalámbricas

Según su cobertura, se pueden clasificar en diferentes tipos:

- WPAN (Wireless Personal Area Network), redes inalámbricas de área personal.
- WLAN (Wireless Local Area Networks), redes inalámbricas de área local.

¹² Instalación de Redes [En Línea]. Multiservices 411 C.A. 2008. [Consultado 23 de Marzo de 2009]. Disponible en: <http://www.multiservices411.com/redes.htm>.

¹³ Un *hotspot* es una zona de cobertura Wi-Fi, en el que un punto de acceso (*accesspoint*) o varios proveen servicios de red a través de un Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico. Los hotspots se encuentran en lugares públicos, como aeropuertos, bibliotecas, centros de convenciones, cafeterías, hoteles, etcétera.

- WMAN (Wireless Metropolitan Area Networks), redes inalámbricas de área metropolitana.
- WWAN (Wireless Wide Area Networks, redes inalámbricas de área extensa.

Una red inalámbrica *de área personal (WPAN)* incluye redes inalámbricas de corto alcance que abarcan un área de algunas decenas de metros. Este tipo de red se usa generalmente para conectar dispositivos periféricos (por ejemplo, impresoras, teléfonos móviles y electrodomésticos) o un asistente personal digital (PDA) a un ordenador sin conexión por cables.

Las redes WLAN nacen como alternativa a las redes cableadas o como extensión de estas, utiliza tecnología de radiofrecuencia por lo que brinda gran movilidad a sus usuarios.

Las redes de área metropolitana permite lograr distancias más largas y velocidades efectivas entre 10 Mbps y 70 Mbps, estas cumplen con el estándar IEEE 802.16 siendo WiMax la más reconocida dentro de esta clasificación.

Las redes WWAN permitan alcanzar mayor distancia que las mencionadas anteriormente, en esta clasificación tenemos las tecnologías para dispositivos móviles como GSM¹⁴, UMTS¹⁵ y GPRS¹⁶.

6.2.3 Ventajas de WLAN sobre las redes fijas

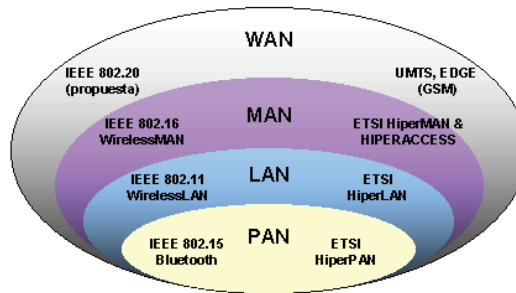
- **Movilidad:** las redes inalámbricas proporcionan a los usuarios de una LAN acceso a la información en tiempo real en cualquier lugar dentro de la organización o el entorno público (zona limitada) en el que están desplegadas.
- **Simplicidad y rapidez en la instalación:** la instalación de una WLAN es rápida y fácil y elimina la necesidad de tirar cables a través de paredes y techos. Flexibilidad en la instalación: La tecnología inalámbrica permite a la red llegar a puntos de difícil acceso para una LAN cableada.

¹⁴ Estándar de telefonía móvil europeo y asiático.

¹⁵ **Sistema Universal de Telecomunicaciones móviles UMTS** es una de las tecnologías usadas por los móviles de tercera generación (3G, también llamado W-CDMA), sucesora de GSM.

¹⁶ **Servicio general de paquetes vía radio** es una extensión del Sistema Global para Comunicaciones Móviles (Global System for Mobile Communications o GSM) para la transmisión de datos no conmutada (o por paquetes).

Figura6-7: Posicionamiento de estándares inalámbricos



Fuente:Red Inalámbrica (Disponible en:
http://es.wikipedia.org/wiki/Red_inalámbrica)

- **Costo de propiedad reducido:** mientras que la inversión inicial requerida para una red inalámbrica puede ser más alta que el costo en hardware de una LAN, la inversión de toda la instalación y el costo durante el ciclo de vida puede ser significativamente inferior. Los beneficios a largo plazo son superiores en ambientes dinámicos que requieren acciones y movimientos frecuentes.
- **Escalabilidad:** los sistemas de WLAN pueden ser configurados en una variedad de topologías para satisfacer las necesidades de las instalaciones y aplicaciones específicas. Las configuraciones son muy fáciles de cambiar y además resulta muy fácil la incorporación de nuevos usuarios a la red.

6.2.4 Implantación: topologías y configuraciones

La versatilidad y flexibilidad de las redes inalámbricas son los motivos por los cuales la complejidad de una LAN implementada con esta tecnología sea tremendamente variable. Esta gran variedad de configuraciones ayuda a que este tipo de redes se adapte a casi cualquier necesidad.

Estas configuraciones se pueden dividir en dos grandes grupos, las redes peer to peer y las que utilizan Puntos de Acceso.

- **Peer to peer**

También conocidas como redes ad-hoc, es la configuración más sencilla, ya que en ella los únicos elementos necesarios son terminales móviles equipados con los correspondientes adaptadores para comunicaciones inalámbricas.

Un ejemplo sencillo de esta configuración se muestra en la figura 6-8.

- **Punto de Acceso**

Estas configuraciones utilizan el concepto de celda, ya utilizado en otras comunicaciones inalámbricas, como la telefonía móvil. Una celda podría entenderse como el área en el que una señal radioeléctrica es efectiva. A pesar de que en el caso de las redes inalámbricas esta celda suele tener un tamaño reducido, mediante el uso de varias fuentes de emisión es posible combinar las celdas de estas señales para cubrir de forma casi total un área más extensa.

La forma empleada para aumentar el número de celdas y con ello el área cobertura, es la utilización de los llamados Puntos de acceso (Access Point), que funcionan como repetidores, y por tanto son capaces de doblar el alcance de una red inalámbrica.

Los Puntos de acceso son colocados estratégicamente para que dispongan de la cobertura.

Figura 6-8: Conexión peer to peer



Fuente: Inalámbricas (Disponible en: http://www.canal-ayuda.org/a-informatica/a-informatica_archivos/new_pa14.jpg)

Un único punto de acceso puede soportar un pequeño grupo de usuarios y puede funcionar en un rango de al menos treinta metros y hasta varios cientos de metros.

Figura6-9: Utilización de un Punto de acceso



Fuente: Inalámbricas (Disponible en: http://www.canal-ayuda.org/a-informatica/a-informatica_archivos/new_pa15.jpg)

La técnica de Punto de acceso, bien aplicada, permite que las redes cuenten con roaming, es decir que los terminales puedan moverse sin perder la cobertura y sin sufrir cortes en la comunicación. Esto representa una de las características más interesantes de las redes inalámbricas ver figura 6-9.

- **Otras configuraciones. Interconexión de redes**

Las posibilidades de las redes inalámbricas pueden verse ampliadas gracias a la interconexión con otras redes, sobre todo con redes no inalámbricas ver figura 6-11 De esta forma los recursos disponibles en ambas redes se amplían.

Mediante el uso de antenas (direccionales u omnidireccionales) es posible conectar dos redes separadas por varios cientos de metros. De esta forma, una LAN se beneficia de la tecnología inalámbrica para realizar interconexiones con otras redes, que de otra forma serían más costosas o imposibles.

6.2.5 Propagación de ondas de radio

Para instalar una red inalámbrica y, en particular, ubicar los puntos de acceso a fin de obtener el máximo alcance posible, se deben conocer algunos datos con respecto a la propagación de las ondas de radio.

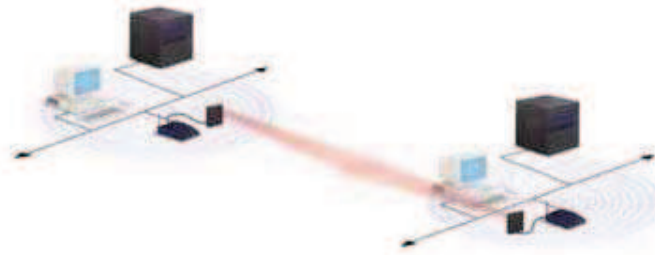
Las ondas de radio (se abrevia RF por Radio Frequency) se propagan en línea recta en varias direcciones al mismo tiempo.

Figura 6-10: Utilización de varios Puntos de acceso. Terminales con capacidad de roaming



Fuente: Inalámbricas (Disponible en: http://www.canal-ayuda.org/a-informatica/a-informatica_archivos/new_pa16.jpg)

Figura 6-11: Interconexión de LAN mediante antenas direccionales



Fuente: Inalámbricas (Disponible en: http://www.canal-ayuda.org/a-informatica/a-informatica_archivos/new_pa17.jpg)

Existen diferentes efectos que pueden afectar la señal de la red inalámbrica como:

- La reflexión
- La refracción
- La difracción
- La absorción

6.2.6 Absorción de ondas de radio

Cuando una onda de radio se encuentra con un obstáculo, parte de su energía se absorbe y se convierte en otro tipo de energía, mientras que otra parte se atenúa y sigue propagándose.

La atenuación se da cuando la energía de una señal se reduce en el momento de la transmisión.

La atenuación aumenta cuando sube la frecuencia o se aumenta la distancia. Asimismo, cuando la señal choca con un obstáculo, el valor de atenuación depende considerablemente del tipo de material del obstáculo. Los obstáculos metálicos tienden a reflejar una señal, en tanto que el agua la absorbe.

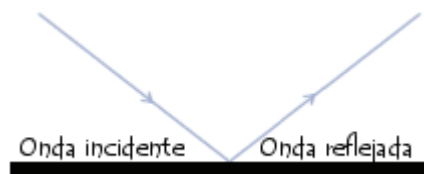
6.2.7 Reflexión de ondas de radio

Cuando una onda de radio choca con un obstáculo, parte o la totalidad de la onda se refleja y se observa una pérdida de la intensidad. La reflexión es tal que el ángulo de incidencia equivale al ángulo de reflexión.

Por definición, una onda de radio es susceptible de propagarse en varias direcciones. Después de reflejarse varias veces, una señal de origen puede llegar a una estación o punto de acceso después de tomar muchas rutas diferentes (llamadas multirutas).

La diferencia temporal en la propagación (llamada *retraso de propagación*) entre dos señales que toman diferentes rutas puede interferir en la recepción, ya que los flujos de datos que se reciben se superponen entre sí. Esta interferencia se incrementa a medida que aumenta la velocidad de transmisión.

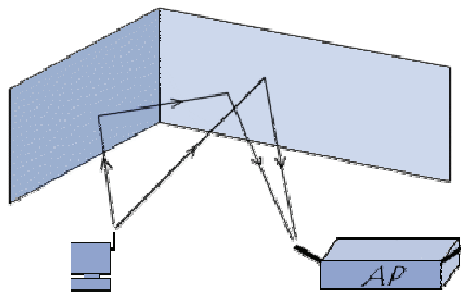
Figura6-12: Reflexión en las ondas



6.2.8 La propiedad de los medios

El debilitamiento de la señal se debe en gran parte a las propiedades del medio que atraviesa la onda. La tabla 6-2 muestra los niveles de atenuación para diferentes materiales.

Figura6-13: Efecto multirutas



6.3 ANDROID

Android es un Sistema Operativo además de una plataforma de software basada en el núcleo de Linux. Diseñada en un principio para dispositivos móviles, Android permite controlar dispositivos por medio de librerías desarrolladas o adaptadas por Google mediante el lenguaje de programación Java¹⁷.

Android es una plataforma de código abierto. Esto quiere decir, que cualquier desarrollador puede crear y desarrollar aplicaciones escritas con lenguaje C u otros lenguajes y compilarlas a código nativo de ARM (API de Android).

Inicialmente, Android fue desarrollada por Google Inc. aunque poco después se unió Open Handset Alliance¹⁸, las cuales llegaron a un acuerdo para promocionar los estándares de códigos abiertos para dispositivos móviles.

Google sin embargo, ha sido quien ha publicado la mayoría del código fuente de Android bajo la licencia de Software Apache, una licencia de software libre y de código abierto a cualquier desarrollador.

6.3.1 Características

- **Framework de aplicaciones:** permite el reemplazo y la reutilización de los componentes.
- **Navegador integrado:** basado en el motor open Source Webkit.
- **SQLite:** base de datos para almacenamiento estructurado que se integra directamente con las aplicaciones.
- **Multimedia:** Soporte para medios con formatos comunes de audio, video e imágenes planas (MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG, PNG, GIF).
- **Máquina virtual Dalvik:** Base de llamadas de instancias muy similar a Java.
- Android provee soporte a telefonía GSM, medios de transmisión de datos como Bluetooth, EDGE, 3G y WiFi, entre otros.

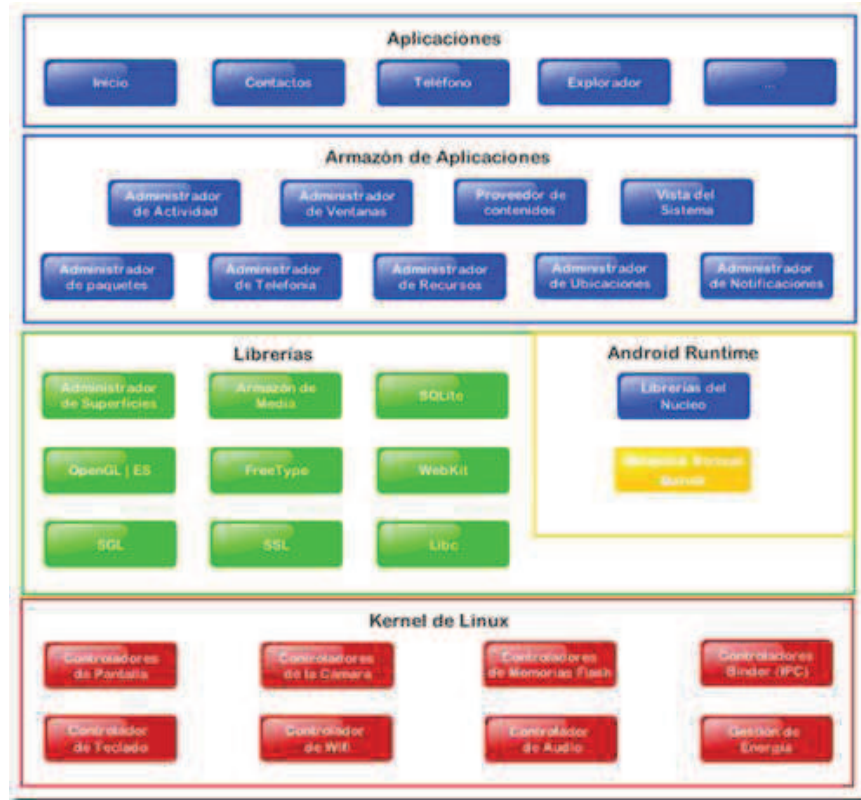
6.3.2 Arquitectura de Android

La arquitectura interna de la plataforma Android, está básicamente formada por 4 componentes¹⁹:

¹⁷Burnette Ed. Hello, Android: Introducing Google's Mobile Development Platform. Pragmatic Bookshelf. 2008. 250 P.

¹⁸Consortio de 47 compañías de Hardware, Software y telecomunicaciones. Cuyo propósito es acelerar la innovación en telefonía móvil y ofrecen a los consumidores más ricos, menos costoso y una mejor experiencia móvil.

Figura6-14: Arquitectura de Android



Fuente: Sistema Operativo Android (Disponible en: http://kronox.org/imagenes/diagrama_Android.jpg)

- **Aplicaciones:** Todas las aplicaciones creadas con la plataforma Android, incluirán como base un cliente de email (correo electrónico), calendario, programa de SMS, mapas, navegador, contactos, y algunos otros servicios mínimos. Todas ellas escritas en el lenguaje de programación Java.
- **Framework de aplicaciones:** Todos los desarrolladores de aplicaciones Android, tienen acceso total al código fuente usado en las aplicaciones base. Esto ha sido diseñado de esta forma, para que no se generen cientos de componentes de aplicaciones distintas, que respondan a la misma acción, dando la posibilidad de que los programas sean modificados o reemplazados por cualquier usuario sin tener que empezar a programar sus aplicaciones desde el principio.
- **Librerías:** Android incluye en su base de datos un conjunto de librerías C/C++, que son expuestas a todos los desarrolladores a través del framework de las aplicaciones Android System C library, librerías de medios, librerías de gráficos, 3D, SQLite, etc.

¹⁹Android Developers, página web oficial <http://android-developers.blogspot.com>.

- **Runtime de Android:** Android incorpora un conjunto de librerías que aportan la mayor parte de las funcionalidades disponibles en las librerías base del lenguaje de programación Java. La Máquina Virtual está basada en registros, y corre clases compiladas por el compilador de Java que anteriormente han sido transformadas al **formato .dex** (DalvikExecutable) por la **herramienta "dx"**.

6.3.3 Dispositivos Android

Ya se han lanzado algunos terminales que funcionan bajo esta plataforma. El primer modelo lanzado al mercado fue el HTC Dream, comercializado inicialmente en EEUU y Reino Unido bajo la marca **T-Mobile G1**. Actualmente está disponible en otros países europeos como Alemania y España (Movistar).

Entre los modelos más recientes están el **HTC Magic**, **HTC Hero**, **Asus Eee pone** y el **Motorola "Cliq" o "Dext"** que incluye nueva interfaz gráfica denominada MotoBlur.

Se espera que para el año entrante las compañías que apoyan la alianza OHA (*Open Handset Alliance*) lancen nuevos terminales con el sistema operativo Android. Entre los fabricantes de la Alianza están Samsung, LG, y Acer, quienes han anunciado su intención de fabricar teléfonos móviles con plataforma Android en un futuro próximo.

Figura 6-15: Htc Magic



Fuente: HTC Magic (Disponible en:
<http://www.configurarequipos.com/imgdocumentos/android/htc-magic-vodafone.jpg>)

6.4 OPENGL

OpenGL²⁰(OpenGraphicsLibrary) es una especificación estándar que define una API multilenguaje y multiplataforma para escribir aplicaciones que produzcan gráficos 2D y3D. La interfaz consiste en más de 250 funciones diferentes (cerca

²⁰Sitio web oficial www.opengl.org

de 200 en el core de OpenGL y 50 en librerías de utilidades para OpenGL)²¹ que pueden usarse para dibujar escenas tridimensionales complejas a partir de primitivas geométricas simples, tales como puntos, líneas y triángulos. Fue desarrollada originalmente por Silicon Graphics Inc.(SGI) en 1992 y se usa ampliamente en CAD, realidad virtual, representación científica, visualización de información y simulación de vuelo. También se usa en desarrollo de videojuegos, donde compete con Direct3D en plataformas Microsoft Windows.

6.4.1 Diseño

OpenGL tiene dos propósitos esenciales:

- Ocultar la complejidad de la interfaz con las diferentes tarjetas gráficas, presentando al programador una API única y uniforme.
- Ocultar las diferentes capacidades de las diversas plataformas hardware, requiriendo que todas las implementaciones soporten la funcionalidad completa de OpenGL (utilizando emulación por software si fuese necesario).

El funcionamiento básico de OpenGL consiste en aceptar primitivas tales como puntos, líneas y polígonos, y convertirlas en píxeles. Este proceso es realizado por una *pipeline* gráfica conocida²² como la Máquina de estados de OpenGL. La mayor parte de los comandos de OpenGL o bien emiten primitivas a la pipeline gráfica o bien configuran cómo la pipeline procesa dichas primitivas. Hasta la aparición de la versión 2.0 cada etapa de la pipeline ejecutaba una función prefijada, resultando poco configurable. A partir de la versión 2.0 algunas etapas son programables usando un lenguaje de programación llamado GLSL.

OpenGL es una API basada en procedimientos de bajo nivel que requiere que el programador dicte los pasos exactos necesarios para renderizar una escena. Esto contrasta con las APIs descriptivas, donde un programador sólo debe describir la escena y puede dejar que la biblioteca controle los detalles para representarla. El diseño de bajo nivel de OpenGL requiere que los programadores conozcan en profundidad la pipeline gráfica, a cambio de darles libertad para implementar algoritmos gráficos novedosos.

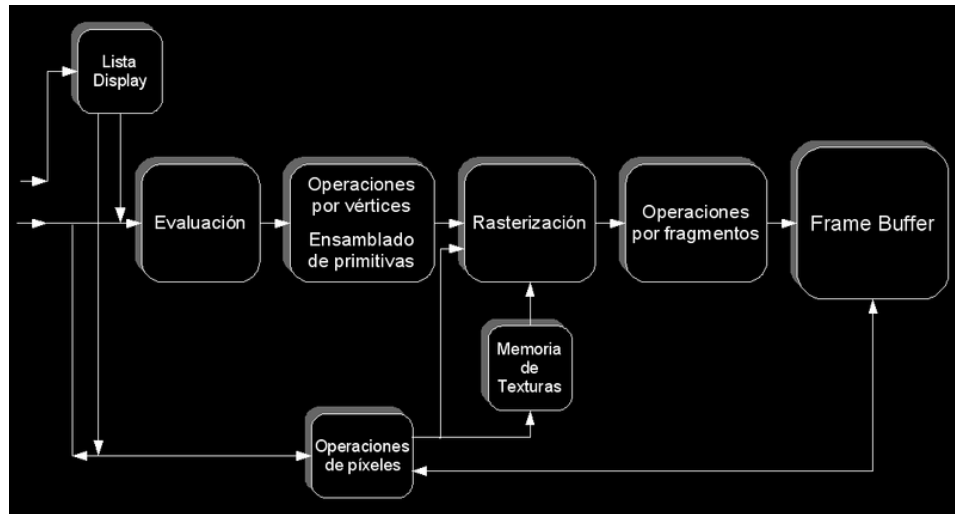
Un acercamiento al proceso que se lleva a cabo en la pipeline gráfica:

²¹Wright R. S., Lipchak B., Haemel N. OpenGL(R) SuperBible: Comprehensive Tutorial and Reference. 4 Edición. Addison-Wesley Professional. 2007. 1248 p.

²² Diseño y animación en la educación [En Línea]. Brandao R., Bermudez J., Bravo F., Dominguez A., 2009, [Consultado el: 23 de junio de 2009]. Disponible en: <http://rogerbrandao.hostoi.com/doc/doc/OpenGL%20roger.docx>

1. Evaluación, si procede, de las funciones polinomiales que definen ciertas entradas, como las superficies NURBS, aproximando curvas y la geometría de la superficie.
2. Operaciones por vértices, transformándolos, iluminándolos según su material y recortando partes no visibles de la escena para producir un volumen de visión.

Figura6-16: Pipeline OpenGL



Fuente:PipelinOpenGL (Disponible en:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/64/Pipeline_OpenGL_%28es%29.png/800px-Pipeline_OpenGL_%28es%29.png)

3. Rasterización, o conversión de la información previa en píxeles. Los polígonos son representados con el color adecuado mediante algoritmos de interpolación.
4. Operaciones por fragmentos o segmentos, como actualizaciones según valores venideros o ya almacenados de profundidad y de combinaciones de colores, entre otros.
5. Por último, los fragmentos son volcados en el Frame Búfer.

Un aspecto importante a tener en cuenta en cuanto a OpenGL es que al ser una librería gráfica, no posee funciones para el control de audio, red o control de entrada, por lo que estas funciones serán cubiertas por el dispositivo sobre el cual ejecuta.

OpenGL ES (OpenGL for Embedded Systems) es una variante simplificada de la API gráfica OpenGL diseñada para dispositivos integrados tales como teléfonos móviles, PDAs y consolas de videojuegos. La define y promueve el Grupo

Khronos, un consorcio de empresas dedicadas a hardware y software gráfico interesadas en APIs gráficas y multimedia²³.

²³Munshi A., Ginsburg D., Shreiner D. OpenGL(R) ES 2.0 Programming Guide. Addison-Wesley Professional. 2008. 480 p.

7. OBJETIVOS

7.1 OBJETIVO GENERAL

Aplicar la tecnología de Realidad Aumentada para implementar un prototipo software de despliegue de redes inalámbricas WLAN, usando como caso de estudio la Universidad Autónoma de Occidente.

7.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar y analizar algunas de las plataformas de AR más usadas, con el fin de determinar la que sea más pertinente para el desarrollo del proyecto.
- Diseñar la aplicación prototipo para el caso de estudio a implementar.
- Analizar los diseños de despliegue de las redes WLAN en la Universidad Autónoma de Occidente y adaptarlos para ser usados en el prototipo software a implementar.
- Desarrollar el prototipo software para el caso de estudio planteado.

8. METODOLOGÍA

En primera instancia se hará una revisión detallada de las plataformas que permiten desarrollar realidad aumentada, su arquitectura, características etc. Con el fin de tomar la decisión con respecto a cuál será usada en el desarrollo de esta tesis, posterior a esto se revisará las API, y la herramienta de programación así como qué componentes deben ser incluidos en la solución al problema planteado.

Una vez se tenga definida la plataforma de AR a usar, se seleccionará la plataforma hardware o el dispositivo móvil que se usará para las pruebas de implementación del prototipo software.

Posteriormente, se realizará el proceso de ingeniería de software para la solución informática usando la metodología RUP. En este proceso se revisarán los requerimientos y proceso de desarrollo de la solución informática y se determinará el tipo de arquitectura a usar.

Finalmente se desarrollará la solución informática y se realizarán las pruebas correspondientes, tomando como caso de estudio el despliegue de redes WLAN en la Universidad Autónoma de Occidente.

8.1 DISEÑO DE LA APLICACIÓN

8.1.1 Alcance del proyecto

El desarrollo de este software proporcionará a los profesionales de redes una visión anticipada y clara de lo que se desea hacer dentro de una empresa o un proyecto en la cual se vean involucradas redes inalámbricas, el proyecto permitirá conocer con anticipación la ubicación de los diferentes objetos que compondrán la red y su ubicación en el espacio.

Este software permitirá mostrar por medio de la Realidad Aumentada objetos en 3D, estos componen la infraestructura en el área en la cual se desea montar una red WiFi, dichos objetos son Puntos de Acceso (Access point - AP) o nodos de la red. Estos últimos pueden ser laptops, teléfonos móviles (Smartphone) o un mini PC.

El software brindará grandes beneficios en cuanto a determinar la posición dentro del medio de los AP que hacen parte de la red y dar una visión de los nodos soportados por estos entre otros.

8.1.2 Descripción del software

Al inicializar la aplicación se debe cargar una imagen del lugar donde se realizara el estudio de Site Survey o un plano en su defecto, esta imagen puede ser capturada por el móvil o agregada por otro medio (ejemplo: miniSD).

Entre las opciones tenemos el poder seleccionar que tipo de objeto se desea agregar a la red, este puede ser un AP, un nodo de la red (Laptop, mini PC o smartphone). De los nodos de la red se podrá especificar la norma IEEE en la cual funciona sea a, b o g y de los AP se parametrizará la norma, el canal en el cual funciona, la velocidad de transmisión, el tipo de señal, si es pass o omnidireccional, estas configuraciones se podrán guardar con el fin de que estén disponibles para posteriores diseños, también se contará con parametrizaciones base o ya predefinidas por si el usuario desea hacer uso de ellas.

Al darle las características que contendrá el dispositivo de red, éste mostrará en pantalla el alcance de la señal junto con otros datos de importancia.

Se permitirá cargar diseños y guardar diseños con el fin de permitir llevar versiones de los estudios de Site Survey.

8.1.3 Demografía de usuario

Tipos de usuario:

- Profesional en redes: Es el encargado del diseño de la red dentro del sistema.
- Cliente: Es a quien se le realiza el estudio de Site Survey de la red.

8.1.4 Requerimientos funcionales y no funcionales

- **Requerimientos funcionales:**

RQF_1: El sistema debe ser capaz de mostrar una imagen de la zona en la cual se realizará el estudio. Ésta puede ser capturada por el móvil o externa, es decir tomada con una cámara digital y posteriormente introducida al móvil por una miniSD u otro medio que se tenga.

RQF_2: Agregar objetos al entorno, dichos objetos compondrán la red, entre estos están los AP (Access point), laptops, PDA o smartphone.

RQF_3: Guardar un diseño en la memoria del móvil.

RQF_4: Cargar un diseño previo.

RQF_5: Parametrizar opciones de los AP, entre las cuales tenemos norma IEEE (a,b,g o n), el canal en el cual funcionara y la frecuencia de la señal dada en MHZ.

RQF_6: Las normas IEEE (a,b,g, b y g o n) deben estar en una lista, con el fin de hacer más fácil la selección de la misma.

RQF_7: Al seleccionar una norma debe mostrar las diferentes velocidades a las cuales puede funcionar dicha norma, con el fin de que el usuario seleccione una de la lista.

RQF_8: Al diseño debe poderse hacer una ampliación.

RQF_9: Debe tener un menú de ayuda en el cual se especifican las convenciones usadas por el software, así como las instrucciones sobre el manejo del mismo.

RQF_10: Los objetos agregados deben poder ser arrastrados hasta la posición en la cual quedaran, esto gracias a que el dispositivo móvil es pantalla táctil.

RQF_11: Entre las opciones de parametrización debe estar el tipo de señal que se va a irradiar esta puede ser de tipo pass u omnidireccional, la primera irradia la señal en una sola dirección mientras la segunda lo hace 360°.

RQF_12: En caso de que usuario desee parametrizar un PC, PDA o smartphone, será necesario especificar la norma IEEE en la que trabaja.

RQF_13: Se debe poder borrar un objeto del diseño.

- **No funcionales:**

RQNF_1: El sistema mostrara la distancia alcanzada por el AP, esta distancia será a escala.

RQNF_2: El sistema debe poder ejecutarse sobre un dispositivo móvil con sistema operativo Android.

RQNF_3: En caso de superponerse las señales el sistema debe lanzar una alerta en caso de que las dos tengan las mismas características de frecuencia y canal.

RQNF_4: El sistema debe poder calcular la posición de los objetos dentro de la imagen, esto con el fin de que si se le hace una ampliación a esta, los objetos queden en la misma posición siempre.

RQNF_5: En caso de hacerse una ampliación a la imagen, los objetos agregados al medio también deben tomar el tamaño adecuado.

RQNF_6: El sistema mostrará aspectos relevantes en el diseño, en los AP se mostrará el tipo de señal y la norma sobre la que trabaja cuando la información sea requerida.

- **Matriz de sub-casos-requisito**

Tabla 8-1: Matriz de sub casos de uso

No.	Nombre caso de uso	Requisitos contemplados
SC001	Cargar una imagen o mapa.	RQF_1
SC002	Agregar un objeto al entorno.	RQF_2, RQF_10
SC003	Personalizar las características del AP.	RQF_5, RQF_6 RQF_7, RQF_11, RQNF_1, RQNF_3
SC004	Guardar un diseño	RQF_3
SC005	Cargar un diseño	RQF_4
SC006	Realizar zoom al plano o imagen.	RQF_8, RQNF_5, RQNF_6
SC007	Personalizar un nodo de la red.	RQF_12, RQNF_3
SC008	Borrar un objeto	RQF_13

- **Matriz de caso de uso-subcasos de uso**

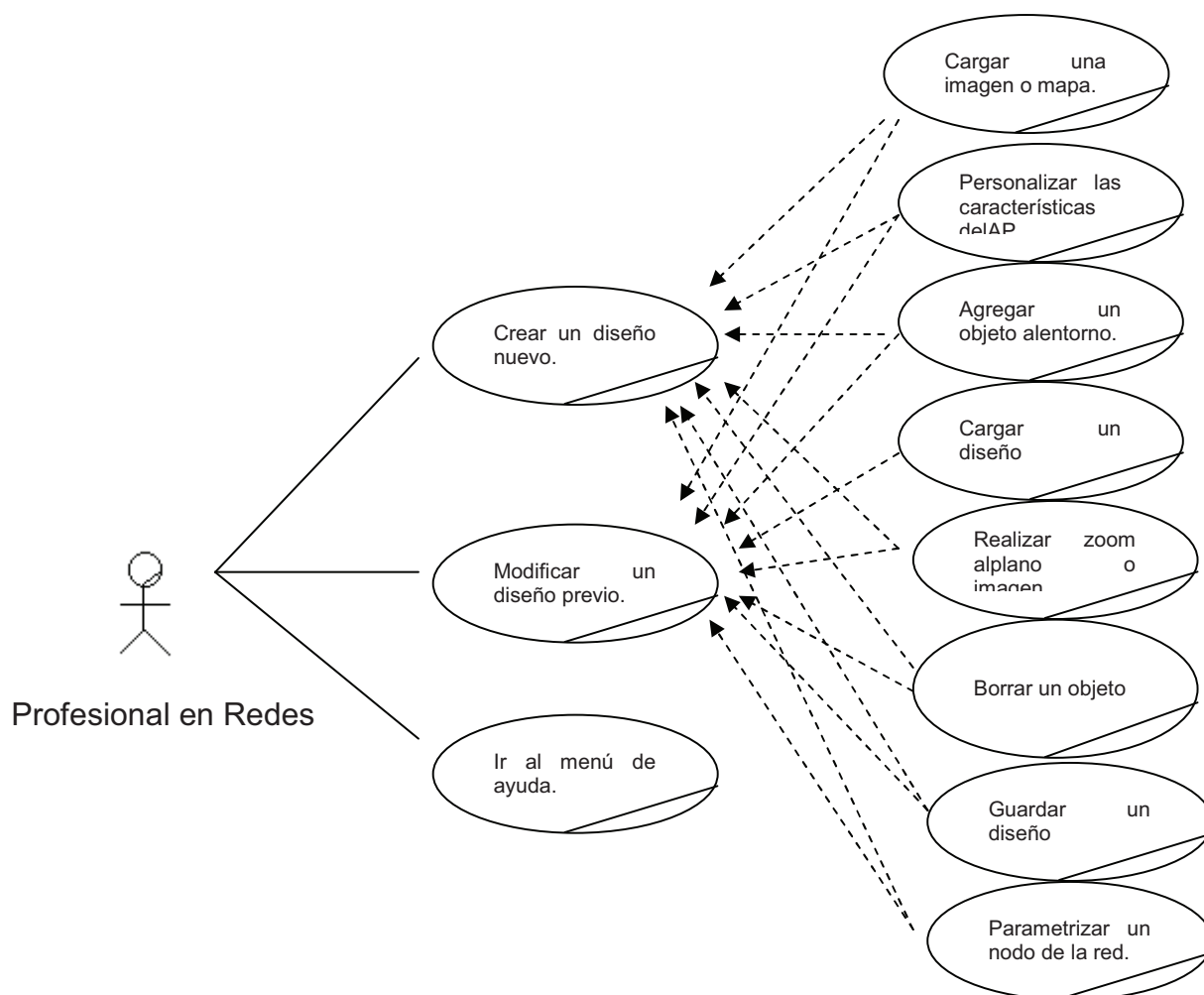
Tabla 8-2: Matriz de casos de uso

No.	Nombre caso de uso	Requisitos contemplados
001	Crea un diseño nuevo	SC001, SC002, SC003, SC004, SC005, SC007, SC008
002	Modificar un diseño previo	SC002, SC003, SC004, SC005, SC006, SC007,

		SC008
003	Ir al menú de ayuda.	RQF_9

8.1.5 Diagrama de casos de uso

Figura8-1: Diagrama de casos de uso



8.1.6 Descripción de subcasos de uso

No.	SC1	
Nombre	Cargar una imagen o mapa.	
Descripción	En este caso se agregará una imagen o mapa sobre el cual irán los objetos.	
Estado	Completo.	
Actores	Profesional en redes	
Guión	Actor	Software
	<p>1. Se selecciona del menú de la aplicación la opción agregar mapa.</p> <p>3. Se busca la imagen, una vez encontrada se selecciona y se pulsa en el botón aceptar.</p>	<p>2. El sistema muestra un explorador de archivos que permitirá buscar dentro del móvil la imagen del mapa o la foto de la zona donde se realiza el estudio.</p> <p>4. El sistema comprueba que sea un archivo permitido.</p> <p>5. El sistema carga la imagen, esta es presentada en el display del móvil.</p>
Excepciones	1. Excepción formato no permitido.	
	Actores	Software
		<p>4. __</p> <p>6. El sistema muestra un mensaje de error “El archivo seleccionado no es una imagen valida.”.</p> <p>7. Vuelve al paso 2.</p>
Casos de uso relacionados		
Precondición		
Post condición	La imagen es almacenada en la memoria.	

No.	SC2	
Nombre	Agregar un objeto al entorno.	
Descripción	En este caso se agregará un objeto al entorno, que puede ser un AP o un nodo.	
Estado	Completo.	
Actores	Profesional en redes	
Guión	Actor	Software
	1. Selecciona el objeto del menú de objetos. 3. Se ingresa el ID del objeto. 4. Se ingresa el nombre del objeto. 4. Se selecciona el objeto o se ingresa las características del nuevo objeto.	2. El sistema muestra la lista de objetos prediseñados y la opción de crear uno nuevo. 5. Se valida que el ID se un numero entero positivo. 6. El sistema muestra el objeto en pantalla.
Excepciones	1. Excepción ID no es un numero entero positivo	
	Actores	Software
		5.____ 7. Se muestra el mensaje “El ID debe ser un numero entero positivo”. 8. Volver al paso 3.
Casos de uso relacionados		
Precondición	Se debe haber cargado un plano o una imagen.	
Post condición	Es agregado un nuevo objeto al entorno.	

No.	SC3	
Nombre	Personalizar las características del AP.	
Descripción	Se personaliza las características de un AP en el medio.	
Estado	Completo.	
Actores	Profesional en redes	
Guión	Actor	Software
	<p>2. Se selecciona un AP de la lista.</p> <p>3. En el menú de características se escribe la norma IEEE.</p> <p>4. Se escribe la velocidad de transmisión.</p> <p>5. Se especifica el canal por el que será enviada la señal.</p> <p>6. Se ingresa la frecuencia en la cual funciona el dispositivo.</p> <p>7. Se escribe si la señal será direccional u omnidireccional.</p> <p>8. Se aceptan las configuraciones.</p>	<p>1. El sistema muestra una lista con los objetos incluidos en el diseño.</p> <p>9. Se comprueba que se haya especificado la norma IEEE.</p> <p>10. Se comprueba que se haya especificado una velocidad de transmisión.</p> <p>11. Se comprueba que se haya especificado un canal de transmisión.</p> <p>12. se verifica que la frecuencia sea un real positivo.</p> <p>14. Se muestra en pantalla el objeto.</p>
Excepciones	1. Excepción no se ha seleccionado una norma IEEE.	
	Actores	Software

		9.____ 15. Se genera un mensaje de error "No se ha especificado una norma IEEE, por favor describa una". 16. Volver al paso 1.
	2. Excepción no se ha seleccionado una velocidad de transmisión.	
	Actores	Software
		10.____ 17. Se genera un mensaje de error "No se ha especificado una velocidad de transmisión para el AP". 18. Volver al paso 1.
	3. Excepción no se ha seleccionado canal de transmisión.	
	Actores	Software
		11____ 19. Se genera un mensaje de error "No se ha especificado un canal de transmisión.". 20. Volver al paso 1.
	4. Excepción la frecuencia no es un dato numérico real positivo.	
	Actores	Software
		12.____ 21. Se genera un mensaje de error "La frecuencia debe ser un numero real positivo.". 22. Volver al paso 1.
Casos de uso relacionados		
Precondición	Se debe haber cargado un plano o una imagen.	
Post condición	Es agregado un nuevo objeto que se ubica en el AP, este tiene la distancia máxima que alcanza la señal.	

No.	SC4	
Nombre	Guardar un diseño.	
Descripción	En este caso guardara un diseño.	
Estado	Completo.	
Actores	Profesional en redes	
Guión	Actor	Software
	1. Selecciona la opción archivo y dentro de esta, la opción guardar. 3. Se especifica la ruta para guardar el archivo. 4. Se especifica un nombre para el archivo. 3. Selección la opción aceptar.	2. El sistema muestra el explorador de archivos. 5. El sistema guarda el diseño en la memoria del móvil.
Excepciones		
	Actores	Software
Casos de uso relacionados		
Precondición	Se debe haber cargado un plano o una imagen.	
Post condición	El diseño queda guardado en la memoria del dispositivo.	

No.	SC5	
Nombre	Cargar un diseño	
Descripción	En este caso se cargara un diseño previamente elaborado.	
Estado	Completo.	
Actores	Profesional en redes	
Guión	Actor	Software
	1. Selecciona la opción archivo y dentro de esta, la opción cargar. 3. Selección el diseño que desea cargar.	2. El sistema muestra una ventana para la exploración de archivos. 4. El sistema comprueba que el archivo sea valido. 5. El sistema carga el diseño previamente elaborado.
Excepciones	1. Excepción el archivo no está en un formato valido.	
	Actores	Software
		4. ____ 6. El sistema muestra un mensaje de error “El archivo seleccionado no es un formato valido.”. 7. Vuelve al paso 2.
Casos de uso relacionados		
Precondición	Se debe haber cargado un plano o una imagen.	
Post condición	Es agregado un nuevo objeto al entorno.	

No.	SC6	
Nombre	Realizar zoom al plano o imagen.	
Descripción	Se realizará una ampliación al diseño.	
Estado	Completo.	
Actores	Profesional en redes	
Guión	Actor	Software
	1. Selecciona la opción zoom del menú. 3. Se especifica la distancia que se va a desplazar.	2. El sistema muestra una caja de texto para especificar la distancia. 4. El sistema comprueba que sea una distancia válida.
Excepciones	1. Excepción el archivo no está en un formato válido.	
	Actores	Software
		4. ____ 5. El sistema muestra un mensaje de error "La distancia especificada es incorrecta." 6. Vuelve al paso 2.
Casos de uso relacionados		
Precondición	Se debe haber cargado un plano o una imagen.	
Post condición	Es agregado un nuevo objeto al entorno.	

No.	SC78	
Nombre	Personalizar un nodo de la red.	
Descripción	En este caso se personalizar las características de un nodo de la red.	
Estado	Completo.	
Actores	Profesional en redes	
Guión	Actor	Software
	<p>2. Se selecciona un nodo de la lista.</p> <p>3. Se especifica la norma IEEE del objeto.</p> <p>4. Selecciona la opción aceptar.</p>	<p>1. El sistema muestra una lista con los nodos de la red.</p> <p>3. El sistema muestra un campo de texto.</p> <p>4. Se comprueba que especificado una norma IEEE.</p> <p>5. Queda parametrizado el dispositivo.</p>
Excepciones	1. Excepción no se ha seleccionado una norma IEEE.	
	Actores	Software
		<p>4. ____</p> <p>5. Se genera un mensaje de error "No se ha especificado una norma IEEE, por favor describa una".</p> <p>5. Volver al paso 1.</p>
Casos de uso relacionados		
Precondición	Se debe haber cargado un plano o una imagen.	
Post condición	Queda parametrizado un nodo de la red.	

No.	SC8	
Nombre	Borrar un objeto	
Descripción	Se borra un objeto previamente agregado al diseño.	
Estado	Completo.	
Actores	Profesional en redes	
Guión	Actor	Software
	<p>2. Selecciona el objeto que se desea borrar.</p> <p>3. Selección la opción borrar.</p>	<p>1. Se muestra una lista con los objetos de la red.</p> <p>2. El sistema muestra la opción borrar en el menú.</p> <p>4. El sistema borra el objeto y sus características.</p>
Excepciones		
	Actores	Software
Casos de uso relacionados		
Precondición	Se debe haber cargado un plano o una imagen y al menos un objeto al diseño.	
Post condición	El diseño queda sin un objeto	

8.1.7 Descripción de los casos de uso

No.	1	
Nombre	Crear un diseño nuevo	
Descripción	Se crea un diseño de una red WLAN nuevo.	
Estado	Completo.	
Actores	Profesional en redes	
Guión	Actor	Software
	<p>Para crear un diseño nuevo se debe cargar primero una imagen (SC001)</p> <p>Se pueden agregar objetos al entorno y parametrizarlos (SC002 – SC003-SC007)</p> <p>Al plano se le puede hacer una ampliación (SC006)</p> <p>Un objeto puede ser borrado del plano (SC008)</p> <p>El diseño creado puede ser guardado en la memoria del móvil (SC004)</p>	
Excepciones	1. Relacionadas con cada subcaso de uso.	
	Actores	Software
Casos de uso relacionados	SC001, SC002, SC003, SC004, SC005, SC007, SC008	
Precondición		
Post condición	Se crea un diseño y queda almacenado en la memoria del dispositivo.	

No.	2	
Nombre	Modificar un diseño previo	
Descripción	En este caso guardara un diseño.	
Estado	Completo.	
Actores	Profesional en redes	
Guión	Actor	Software
	<p>Se debe cargar un diseño previo. (SC005)</p> <p>Se pueden agregar objetos al entorno y personalizarlos (SC002 – SC003-SC007)</p> <p>Al plano se le puede hacer una ampliación (SC006)</p> <p>Un objeto puede ser borrado del plano (SC008)</p> <p>El diseño creado puede ser guardado en la memoria del móvil (SC004)</p>	
Excepciones	1. Relacionada con cada subcaso de uso	
	Actores	Software
Casos de uso relacionados	SC002, SC003, SC004, SC005, SC006, SC007, SC008	
Precondición	Se debe haber creado un diseño con antelación.	
Post condición	El diseño queda modificado y guardado en la memoria del dispositivo.	

No.	3	
Nombre	Ir al menú de ayuda.	
Descripción	En este caso se hará uso de la ayuda del sistema.	
Estado	Completo.	
Actores	Profesional en redes	
Guión	Actor	Software
	<p>1. Selecciona la opción ayuda del menú de opciones.</p> <p>3. Selección una de las opciones.</p>	<p>2. El sistema muestra en pantalla un menú de ayuda que contiene los diferentes temas acerca del manejo del sistema y de las convenciones usadas por este.</p> <p>El sistema muestra el texto de ayuda y le botón para regresar al menú.</p>
Casos de uso relacionados		
Precondición		
Post condición		

8.1.8 Metodología de la aplicación

El Proceso Unificado de Rational (RUP) describe como aplicar efectivamente enfoques comprobados comercialmente para el desarrollo de software.

Para el desarrollo de este aplicativo se planteo seguir la metodológica RUP y su enfoque iterativo.

- **Desarrollar software iterativamente con la metodología RUP**

En función de la cada vez mayor complejidad solicitada para los sistemas de software es necesario un enfoque iterativo, que permita una comprensión creciente del problema a través de refinamientos sucesivos, llegando a una solución efectiva luego de múltiples iteraciones acotadas en complejidad.

RUP utiliza y soporta este enfoque iterativo que ayuda a atacar los riesgos mediante la producción de versiones ejecutables progresivas y frecuentes que permiten la opinión e involucramiento del usuario.

A través de las iteraciones que generan versiones ejecutables, se logra detectar en forma temprana los desajustes e inconsistencias entre los requerimientos, el diseño, el desarrollo y la implementación del sistema.

- **Administrar los requerimientos**


Los requerimientos son las condiciones o capacidades que el sistema debe conformar. La Administración de Requerimientos es un enfoque sistemático para hallar, documentar, organizar y monitorear los requerimientos cambiantes de un sistema.


La Administración de Requerimientos permite que:


- a) Que las comunicaciones estén basadas en requerimientos claramente definidos.
- b) Que los requerimientos puedan ser priorizados, filtrados y monitoreados.
- c) Que sea posible realizar evaluaciones objetivas de funcionalidad y performance.
- d) Que las inconsistencias se detecten más fácilmente.

8.2 ANÁLISIS Y DISEÑO

Diagramas de clase por subcaso de uso de Análisis. Los presentes diagramas están basados en el libro El proceso unificado de desarrollo de software, propone diagramas de clase para la fase de análisis y diseño, debido a que no se cuenta con una experiencia previa con Android u OpenGL, se opta por no definir clases de una manera profunda, la nomenclatura utilizada es:

Clase de interfaz: 

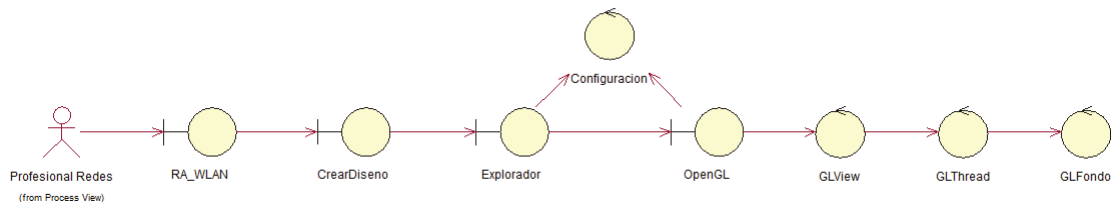
Clase de control: 

Clase de entidad: 

8.2.1 Diagrama de clase cargar imagen

Muestra el plano o mapa sobre el cual se realiza el diseño en el móvil. En Configuración se tiene la ruta que es usada posteriormente por GLFondo.

Figura8-2: Diagrama de clase cargar una imagen



8.2.2 Diagrama de clase agregar un objeto al entorno

Muestra el objeto en el entorno, en IObjetosModelos se tiene una lista los AP y de los Nodos, en caso de ser un AP, se accede a sus respectivos archivos de configuración, si se desea hacer uno nuevo se puede ingresar a IObjetos donde se puede crear uno a la medida, una vez hecho esto el objeto es agregado a ListaEnlazada para ser usado por GLThread con el fin de ser renderizado.

8.2.3 Diagrama de clase personalizar las características del AP

Se selecciona en la ListaObjetos el objeto a personalizar, en Características se muestran el estado actual de este, una vez hecho los cambios se guardan en ListaEnlazadaAlter para ser usados posteriormente por GLThread.

Figura 8-3: Diagrama de clase agregar un objeto al entorno

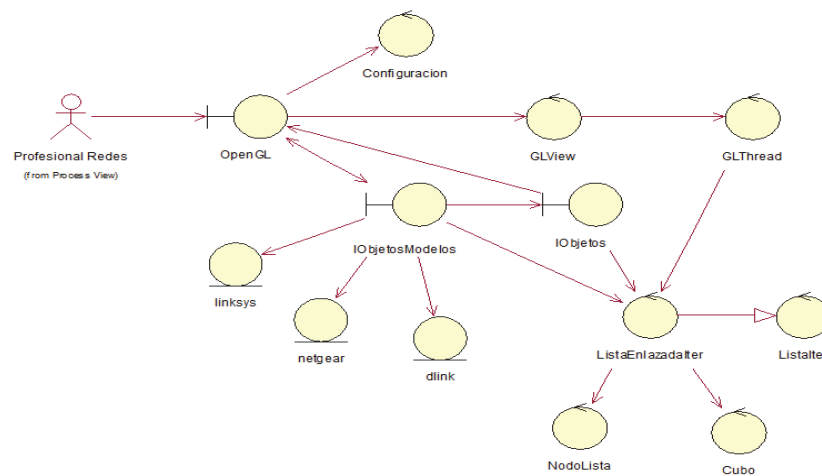
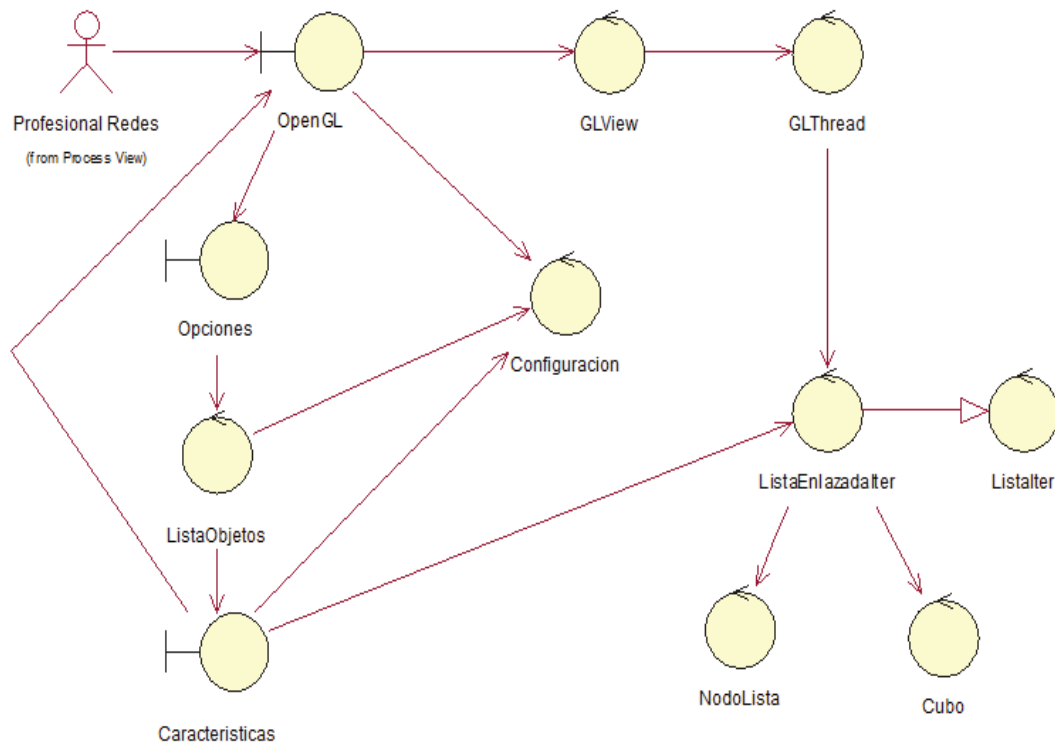


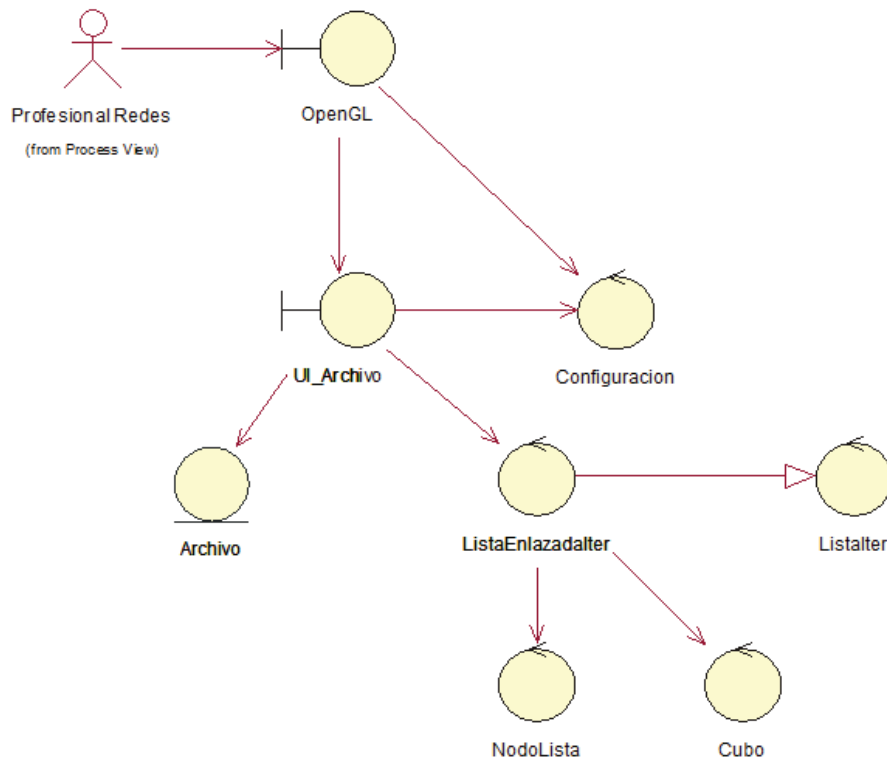
Figura8-4: Diagrama de clase personalizar las características del AP



8.2.4 Diagrama de clase guardar un diseño

Se guardan los datos del diseño en un archivo plano, se guardan las características y las rutas de los objetos e imágenes, este proceso no se lleva a cabo en paralelo, se obtienen primero las características de la imagen y posterior a esto las de los objetos que hayan sido agregados, se organiza la información y se guarda.

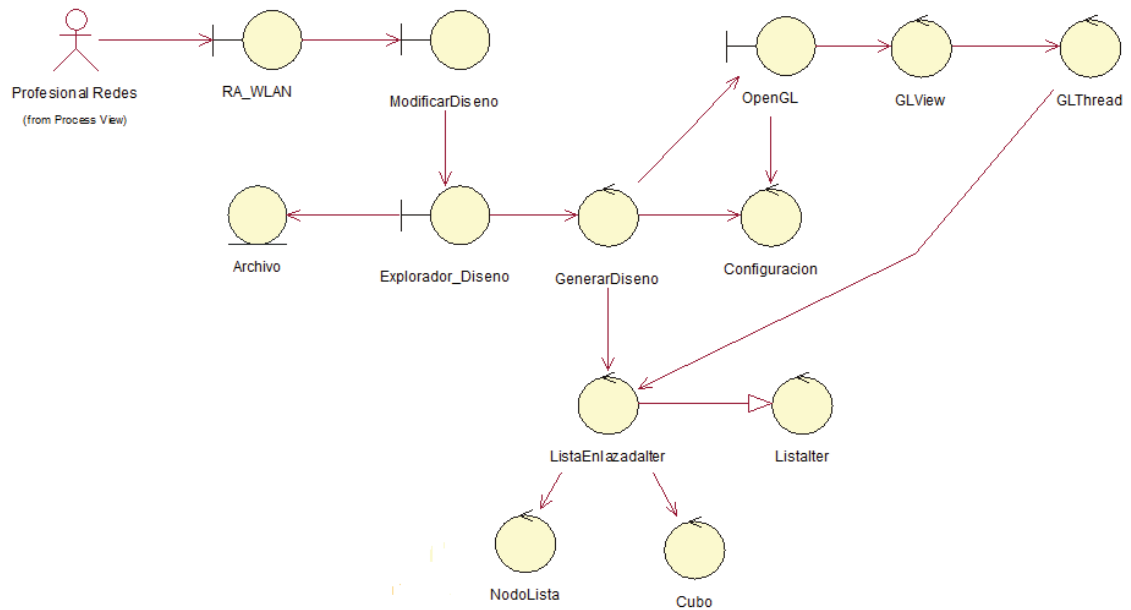
Figura8-5: Diagrama de clase guardar un diseño



8.2.5 Diagrama de clase cargar un diseño

Se carga desde un archivo plano un diseño nuevo, primero se carga la configuración, luego los objetos y al final se renderiza.

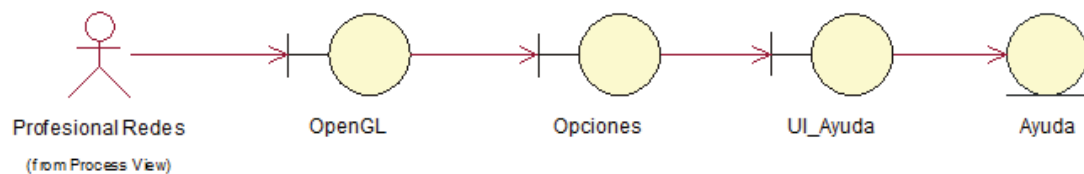
Figura8-6: Diagrama de clase cargar un diseño



8.2.6 Diagrama de clase ir al menú de ayuda

Muestra la ayuda del sistema, la ayuda está en un archivo plano.

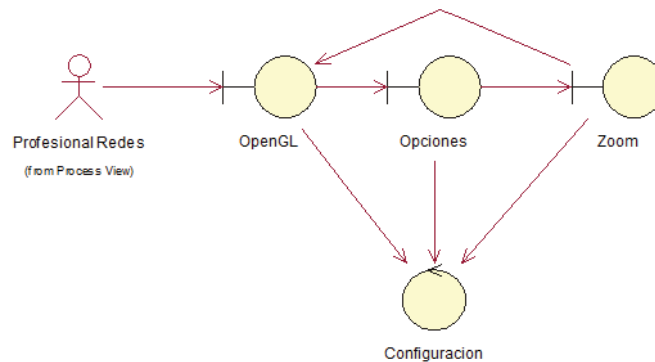
Figura8-7: Diagrama de clase ir al menú de ayuda



8.2.7 Diagrama de clase realizar zoom al plano o imagen

Se modifica el valor de la cámara de OpenGL para dar el efecto de zoom al diseño.

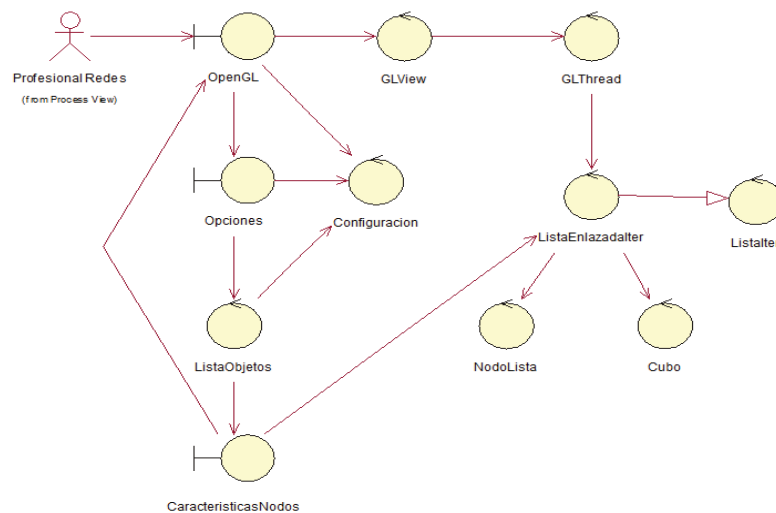
Figura8-8: Diagrama de clase realizar zoom al plano o imagen



8.2.8 Diagrama de clase personalizar un nodo de la red

Se le dan las características a los nodos que se encuentran en la red, sean móviles o PCs.

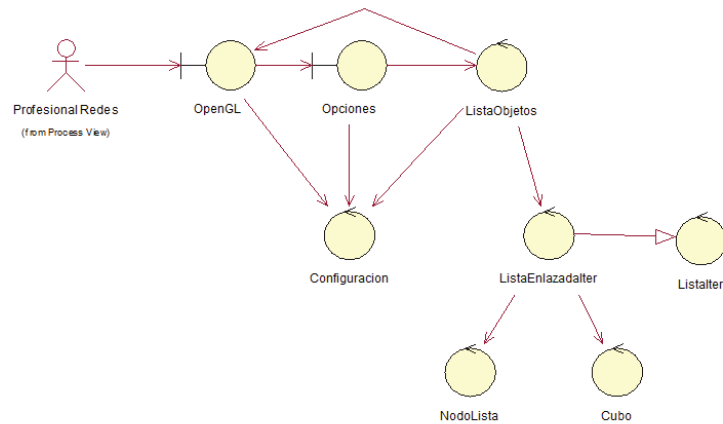
Figura8-9: Diagrama de clase personalizar un nodo de la red



8.2.9 Diagrama de clase borrar un objeto

Para borrar un objeto del diseño se necesita seleccionarlo o tener el ID.

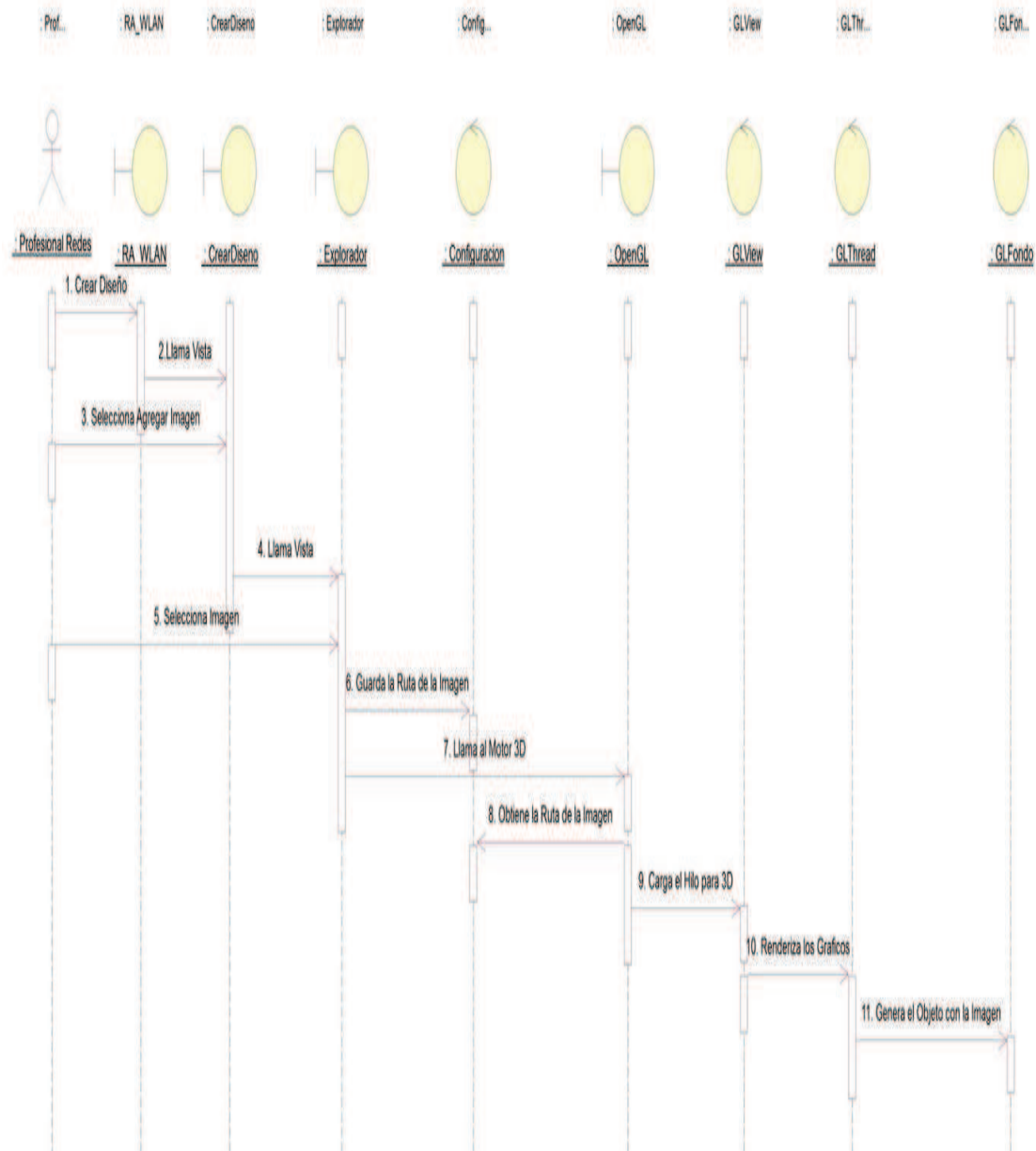
Figura 8-10: Diagrama de clase borrar un objeto



Diagramas de secuencia por subcaso de uso de Análisis

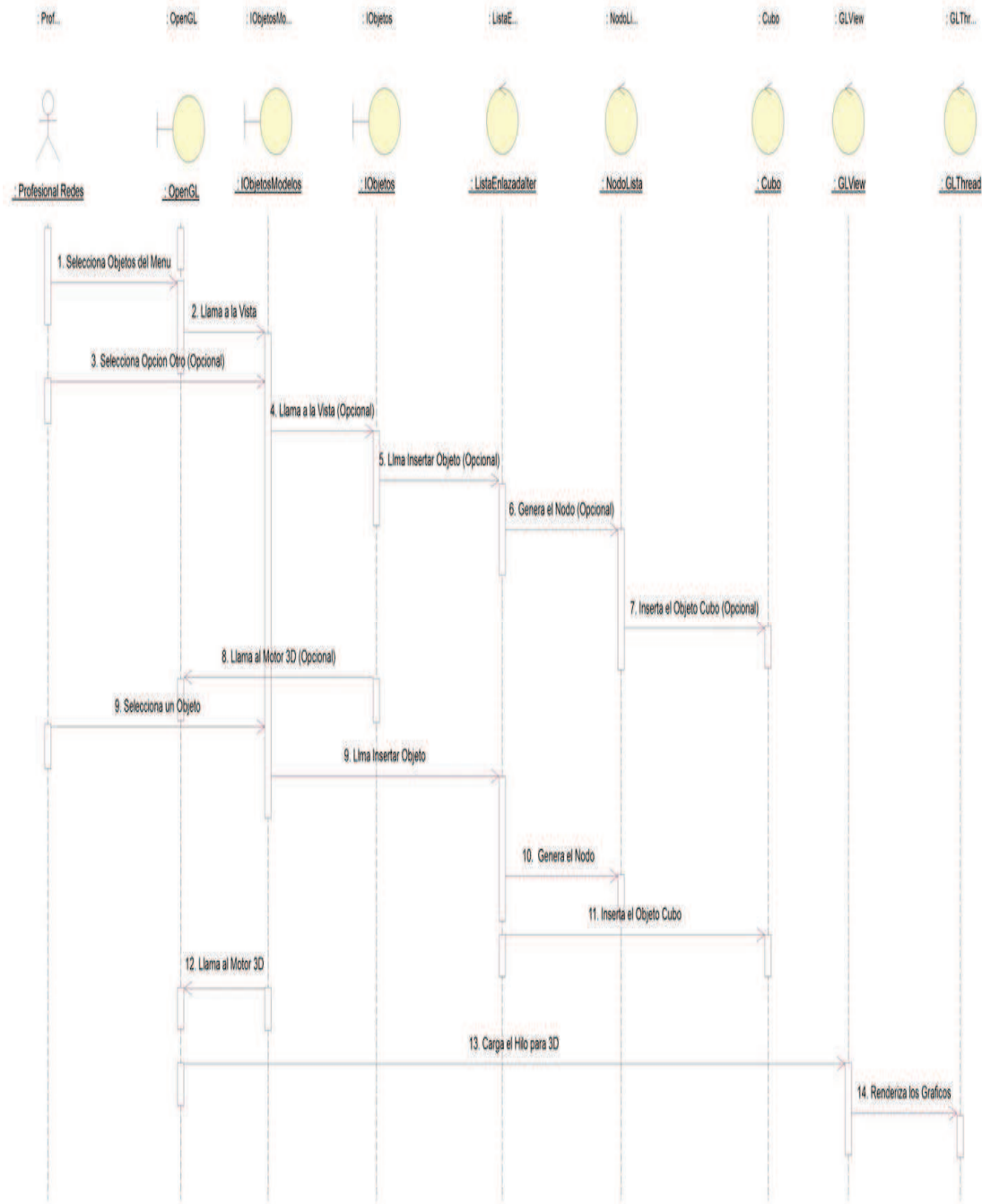
8.2.10 Diagrama de secuencia cargar imagen

Figura8-11: Diagrama de secuencia cargar una imagen



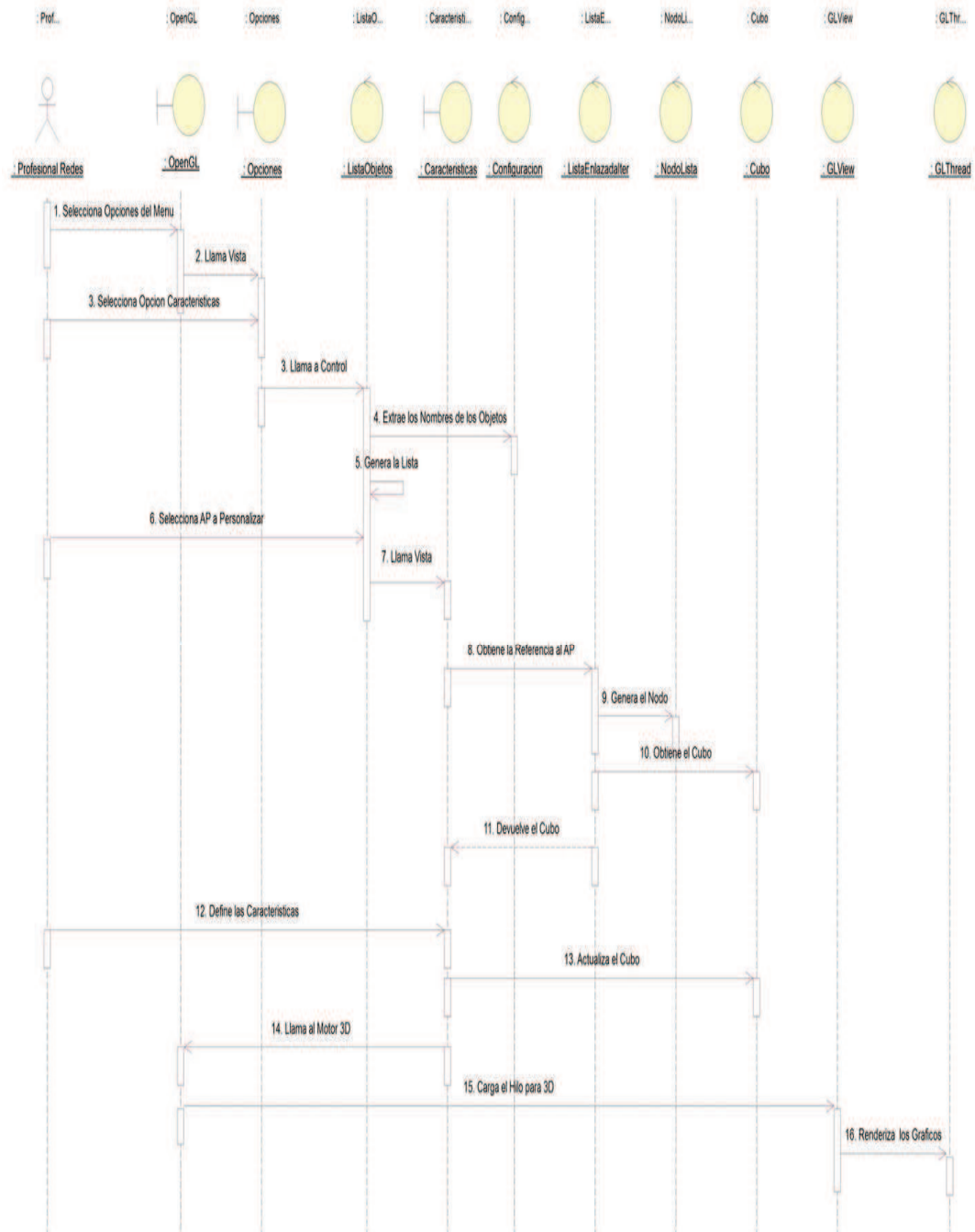
8.2.11 Diagrama de secuencia agregar un objeto al entorno

Figura 8-12: Diagrama de secuencia agregar un objeto al entorno



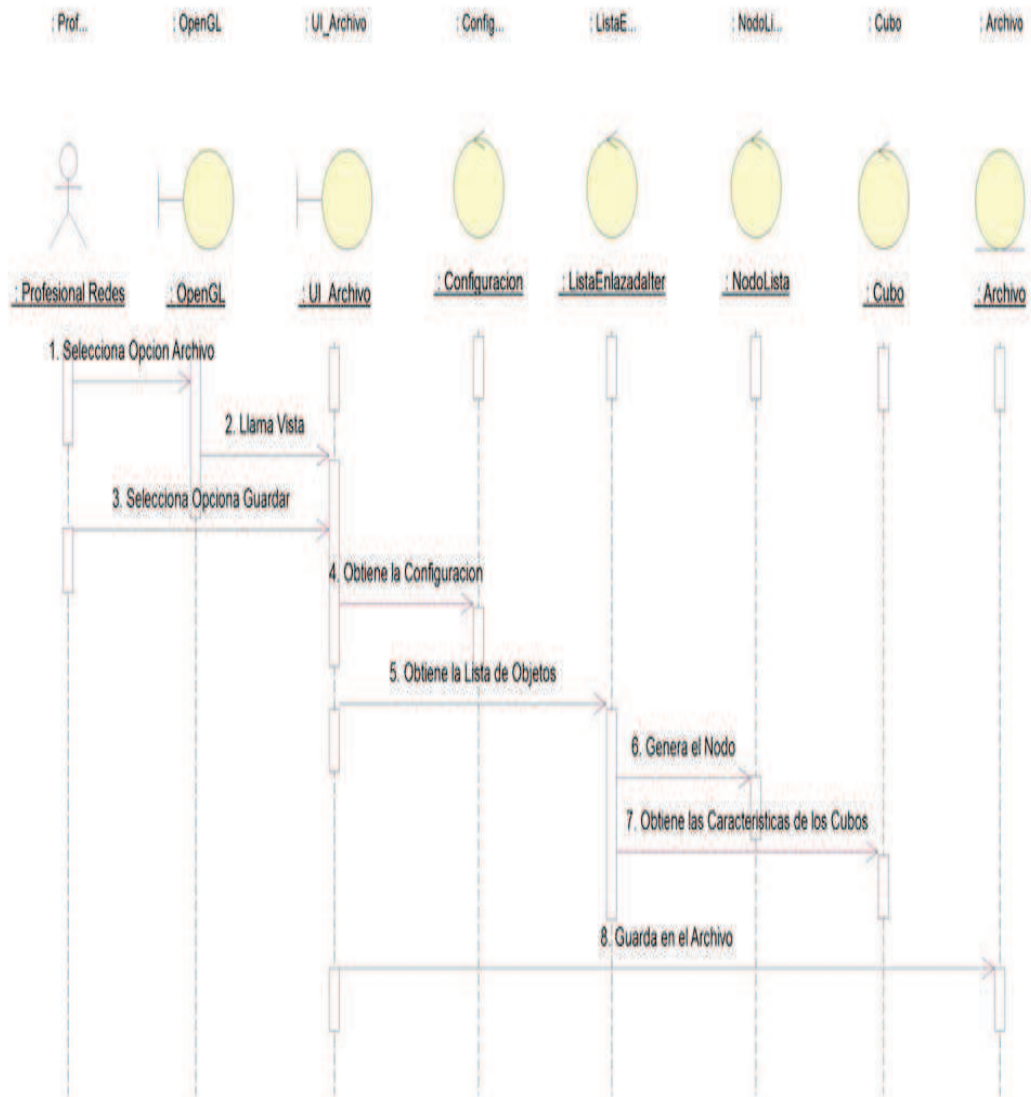
8.2.12 Diagrama de secuencia personalizar las características del AP

Figura8-13: Diagrama de secuencia personalizar las características del AP



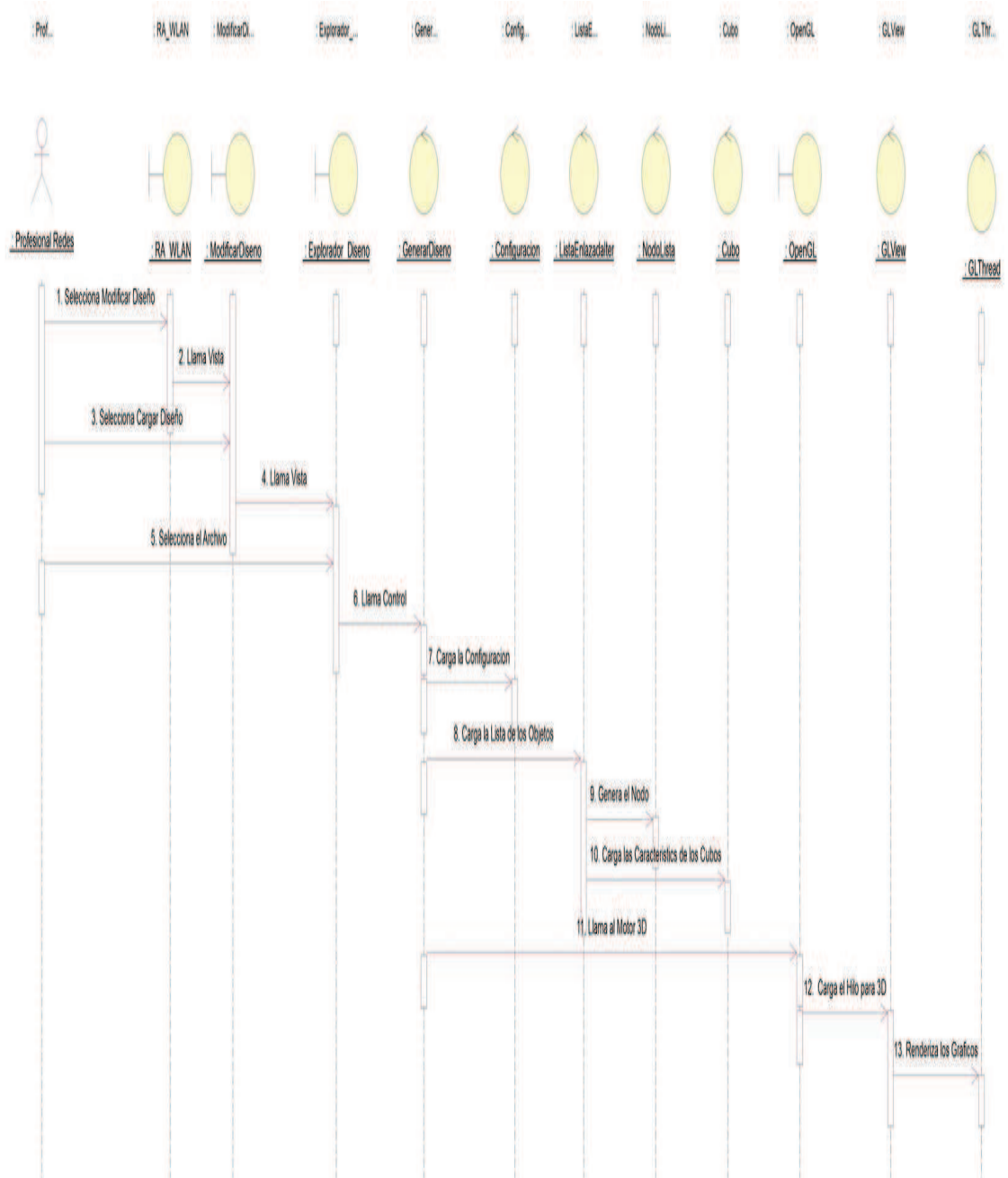
8.2.13 Diagrama de secuencia guardar un diseño

Figura 8-14: Diagrama de secuencia guardar un diseño



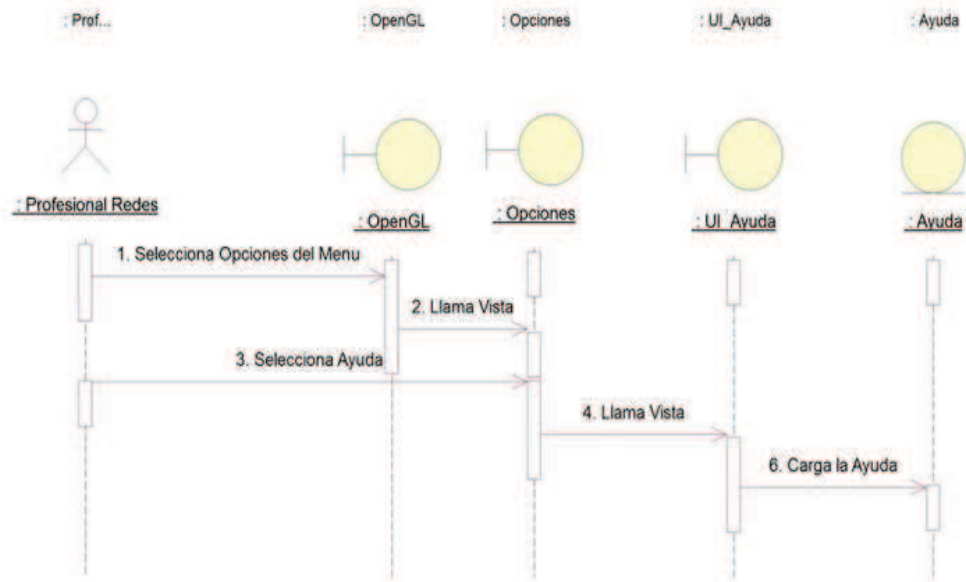
8.2.14 Diagrama de secuencia cargar un diseño

Figura8-15: Diagrama de secuencia cargar un diseño



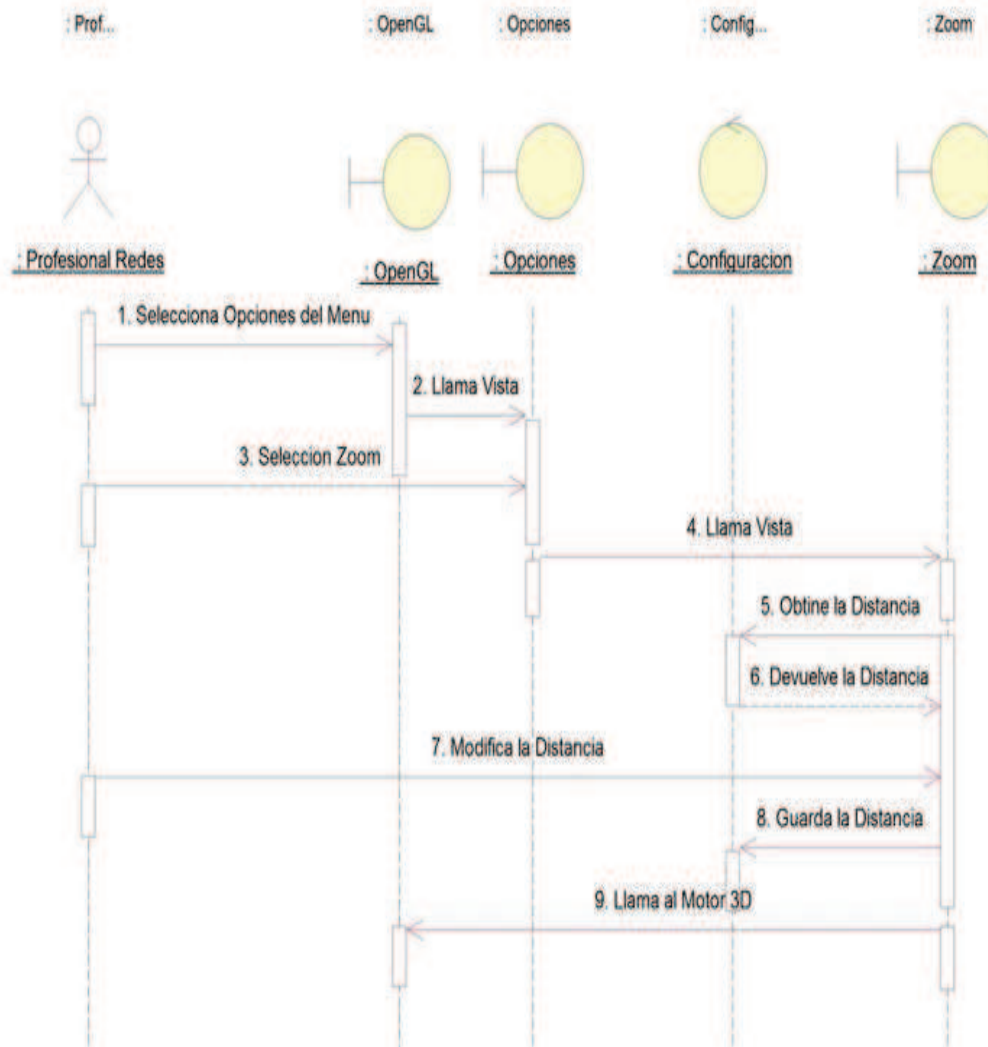
8.2.15 Diagrama de secuencia ir al menú de ayuda

Figura8-16: Diagrama de secuencia ir al menú de ayuda



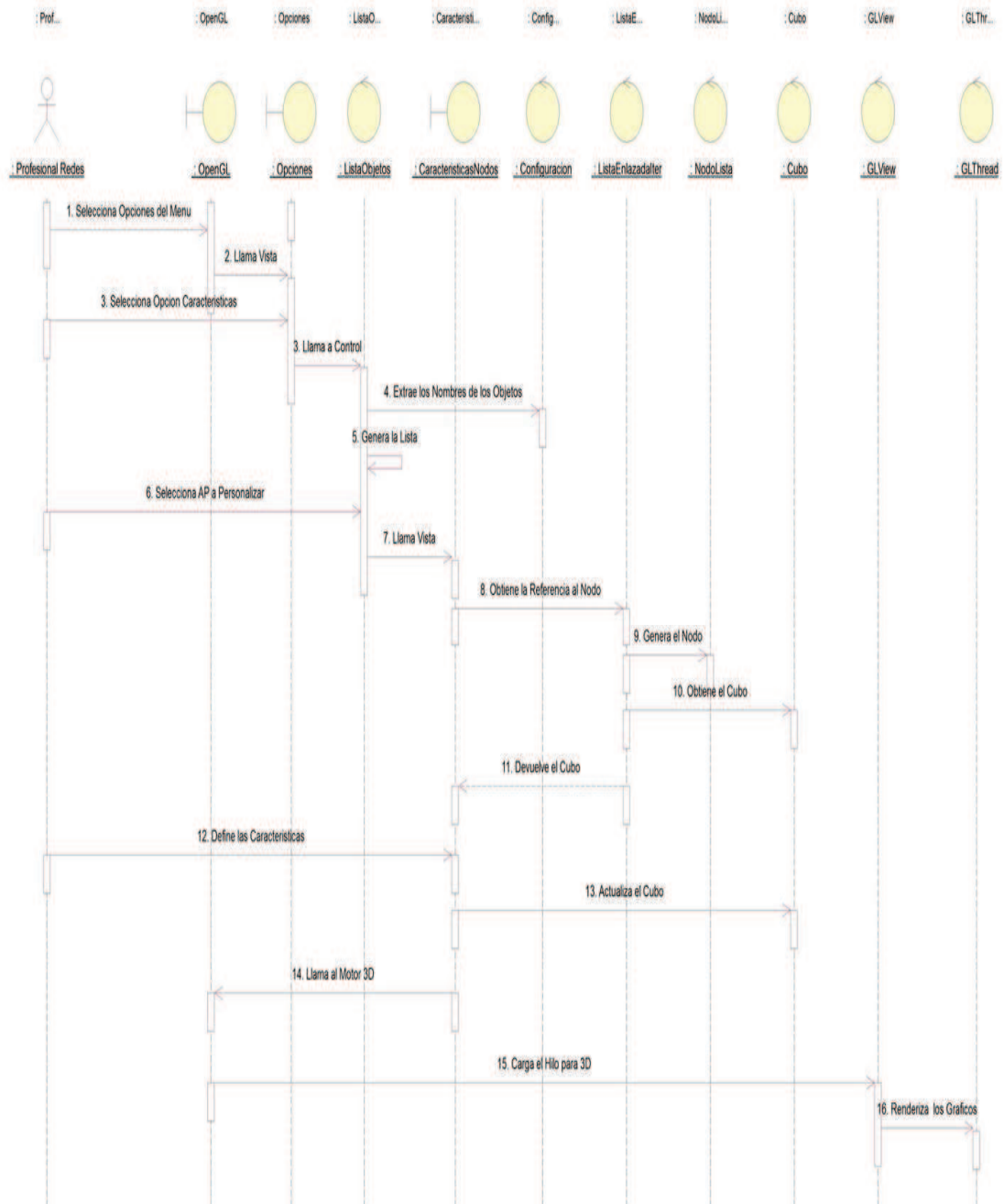
8.2.16 Diagrama de secuencia realizar zoom al plano o imagen

Figura8-17: Diagrama de secuencia realizar zoom al plano o imagen



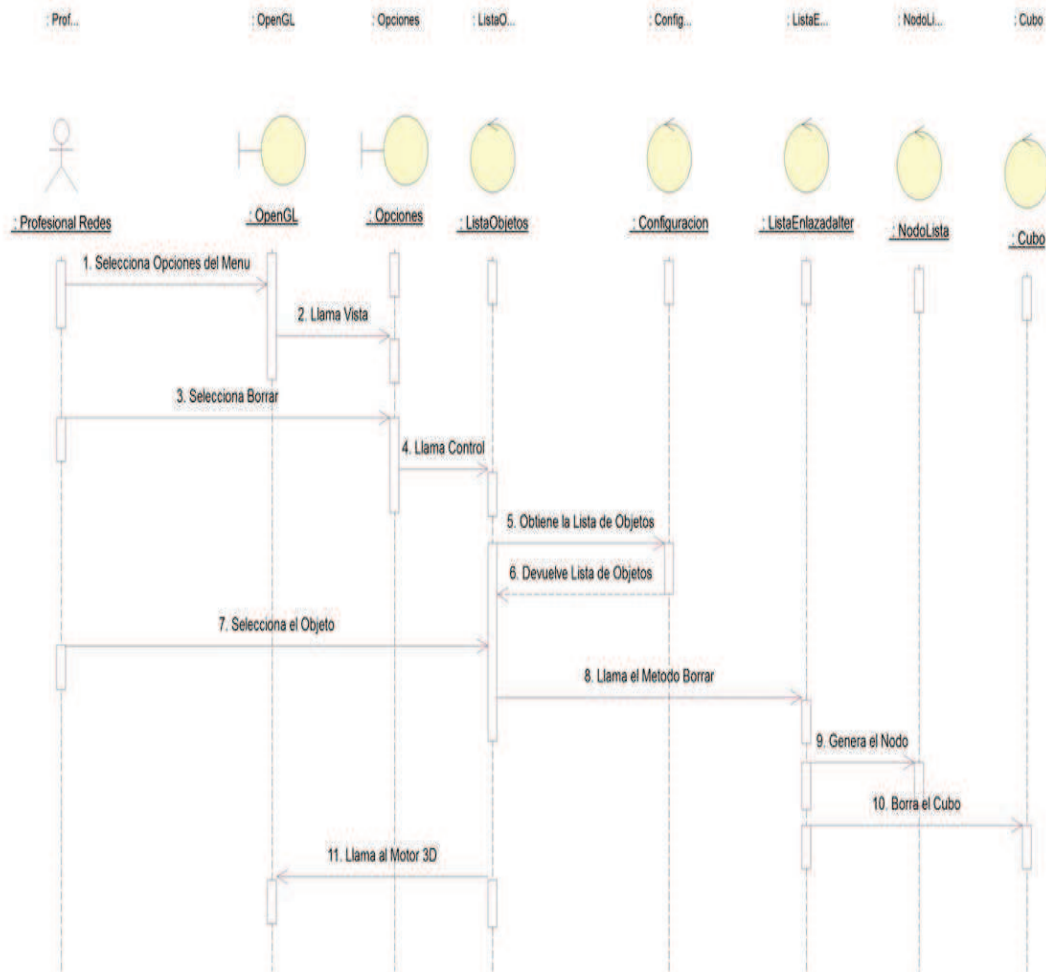
8.2.17 Diagrama de secuencia personalizar un nodo de la red

Figura8-18: Diagrama de secuencia personalizar un nodo de la red



8.2.18 Diagrama de secuencia borrar un objeto

Figura8-19: Diagrama de secuencia borrar un objeto



8.3 TOMA DE DECISIONES

Durante el desarrollo de este proyecto se tomaron diferentes decisiones con respecto al desarrollo del prototipo esto a medida que iban surgiendo los inconvenientes relacionados con el desarrollo del prototipo, uso del API 3D para móviles y la poca documentación.

8.3.1 El desarrollo en android

Debido a que Android es un sistema operativo para móviles tan reciente, al comienzo de este proyecto la documentación era escasa y las personas trabajando sobre el eran pocas, a medida que iba pasando el tiempo fue surgiendo documentación y foros de desarrolladores que fueron la base para aprender a desarrollar aplicaciones bajo Android.

En la actualidad se encuentran comunidades alrededor del tema que generan conocimiento que permite a los recién llegados entender los conceptos y que logren una curva de aprendizaje más rápida.

8.3.2 El desarrollo en 3D

El desarrollar en 3D para móviles es quizá el reto más grande que se tuvo durante el proyecto debido a que no se contaba con una experiencia previa en este campo. El enfrentarse desde cero a un tipo de programación totalmente distinto y aprender los conceptos relacionados al tema tomo bastante tiempo y esfuerzo. El tema de OpenGL cuenta con abundante documentación, pero no así su variante para móviles OpenGL ES, el cual se usa en este proyecto. Pero, basándose en los conceptos presentados en la documentación y siguiendo una serie de ejemplos encontrados en internet, se logró tener las bases para desarrollar el prototipo.

El tema de OpenGL ES esta en evolución, y ahí esfuerzos grandes por parte de la comunidad de desarrolladores de todo el mundo para que el conocimiento se divulgue²⁴.

²⁴ <http://www.khronos.org/>

8.3.3 La presentación de los nodos

Una vez estudiado el tema de OpenGL ES, se enfrentó un problema relacionado con los nodos que compondrán el diseño de la red, está contemplado dentro de la documentación que el usuario puede agregar cuantos AP y objetos sean necesarios para completar un diseño, pero los ejemplos encontrados sobre el tema de 3D eran básicos y no me mostraban la manera de manejar múltiples objetos en un entorno, la solución a este inconveniente fue usar una lista, una estructura de datos personalizada que permitiese guardar los datos más relevantes de los objetos, con esto se logró que al recorrer dicha lista el sistema renderiza cuantos objetos están contenidos en ella.

La lista contiene los métodos más importantes como el de buscar un objeto dentro de ésta, eliminar e insertar.

8.3.4 La manipulación de los objetos

Una vez manejados los nodos dentro del sistema fue de suma importancia manejar la lista para que permitiese borrarlos, personalizarlos y moverlos dentro del entorno 3D, para ello fue necesario adicionar un campo nombre para tener una pequeña descripción del objeto que el usuario recordaría fácilmente, este nombre sería usado en un objeto tipo lista dentro de Android para que la persona pudiera elegir sobre que objeto deseaba trabajar. Una vez seleccionado el objeto resultaba fácil ejecutar la función necesaria.

8.4 RESULTADOS

8.4.1 El caso de estudio

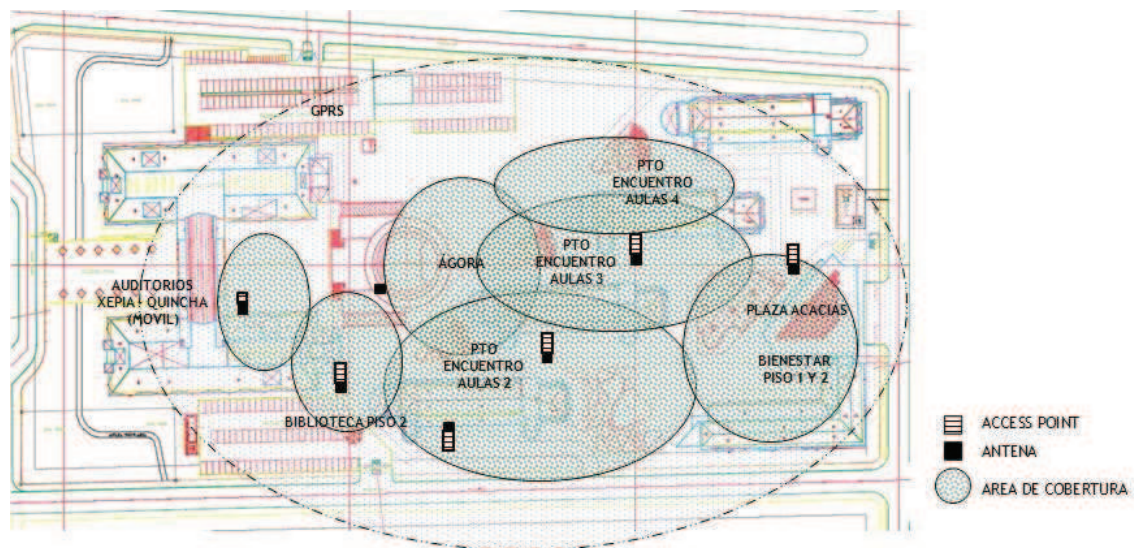
Al concebir este proyecto se decidió tomar como caso de prueba el despliegue de redes inalámbricas en la Universidad Autónoma de Occidente, para ello fue necesario hablar con el Ing. Fernando Carvajal, funcionario encargado del diseño e implementación de este tipo de redes, el cual nos brindó su conocimiento sobre el tema.

El Ing. Fernando Carvajal explicó lo más importante a tener en cuenta al momento de desplegar una red, así como las consideraciones de los medios y la cantidad de usuarios que puede soportar.

Al interior de la Universidad es necesario cubrir una serie de zonas comunes, tal es el caso de la cafetería, el ágora y los edificios de las aulas.

En la Figura 8-20 se muestra el plano de la Universidad con la distribución de los AP, es importante recalcar el área de cobertura que alcanza cada AP.

Figura8-20: Distribución de AP en la Universidad Autónoma de Occidente

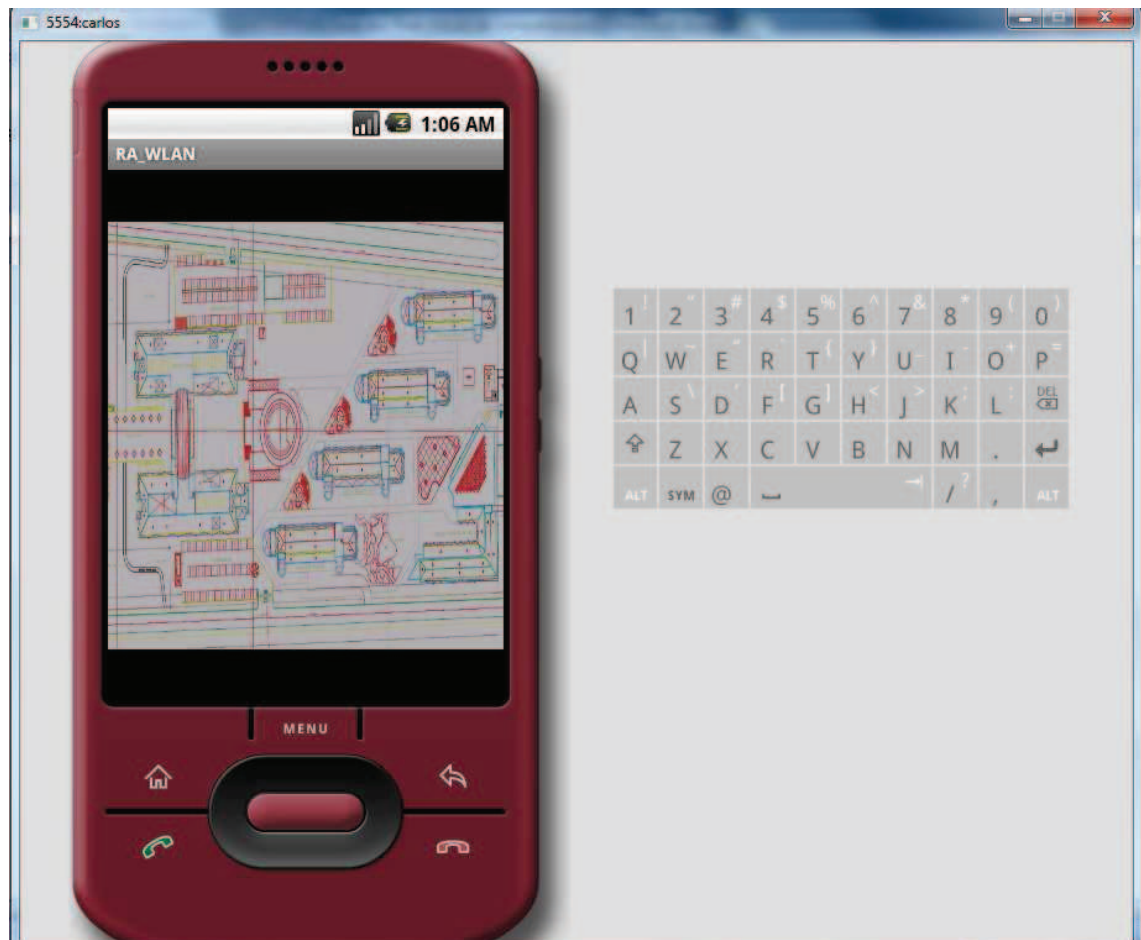


8.4.2 El prototipo

El objetivo principal del trabajo de grado era construir un prototipo que aplicara el concepto de AR y que permitiese realizar estudios de despliegues de redes inalámbricas, objetivo que se logró cumplir y que se espera que se mejore para versiones posteriores. El concepto de AR resulta muy interesante y útil para las empresas, pero es solo hasta ahora que se está explotando todo su potencial.

En la Figura 8-21 se aprecia el plano de la Universidad siendo renderizado en el emulador.

Figura8-21: Mapa Universidad Autónoma de Occidente renderizado



El aspecto más relevante del proyecto es el de poder ubicar los diferentes AP en el entorno con el cual los profesionales de redes puedan ilustrarse acerca del estudio que está llevando a cabo. En la Figura 8-22 se muestra el momento en el que se está especificando el nombre y el modelo del AP que se va a incluir en el diseño, posterior a ello en la Figura 8-23 Observamos el resultado de la operación.

Para la prueba de concepto se agregaron parte de los AP que componen el diseño actual de la red inalámbrica de la Universidad Autónoma, en la Figura 8-24 se puede apreciar el resultado, se han cubierto zonas como el ágora, los auditorios Xepia y Quincha, los bloques de las Aulas y la zona de Bienestar Universitario.

Como experiencia para los ingenieros encargados de hacer los estudios es importante tener este tipo de herramientas gráficas que le permitan concebir de una manera más adecuada los despliegues de las redes y como material complementario a la exposición de los proyectos.

Figura8-22: Proceso para agregar un AP

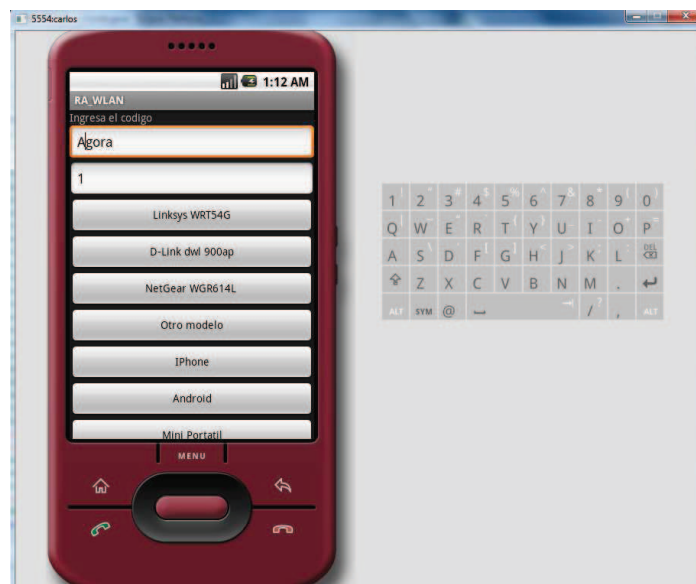


Figura8-23: Resultado de la adición de un AP

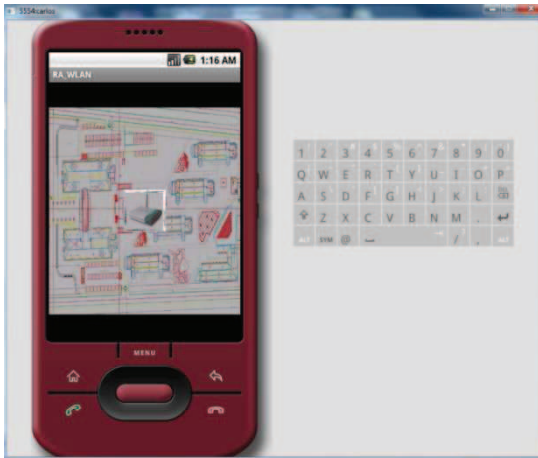


Figura8-24: Despliegue de AP Universidad Autónoma de Occidente



Figura8-25: Ágora Universidad Autónoma de Occidente



9. CONCLUSIONES

La Realidad Aumentada está ampliando su dominio de aplicación, con ideas innovadoras de los desarrolladores, que se usan en resolver las necesidades y retos de las empresas. Un ejemplo, es la compañía BMW, que en la actualidad usa la AR para entrenar a sus técnicos y así poder corregir fallas en los vehículos brindando con ello un soporte técnico de calidad.

La AR tiene mucho potencial y será en un futuro próximo que será cotidiana, pero ya empiezan a generarse aplicaciones que la van acercando a los usuarios.

Para este proyecto fue necesario investigar una serie de temas relacionados o intrínsecos al tema de la Realidad Aumentada, tal es el caso de OpenGL y más específicamente su variante para sistemas embebidos OpenGL ES, ya que es indispensable para mostrar objetos 3D y con estos complementar la visión que el usuario tiene de su entorno, otro tema indispensable fue el desarrollo en Android sistema operativo para móviles sobre el cual se ejecuta la aplicación, esto debido a que no se contaba con una experiencia previa en él, la decisión se tomó debido al impacto que ha traído consigo y la gran aceptación por parte de la comunidad de desarrolladores y de los usuarios.

Actualmente se encuentran pocos modelos con el sistema operativo para móviles Android, pero se espera que las empresas que apoyan a la Open Handset Alliance próximamente lancen nuevos terminales sectorizando el público al que va dirigido.

Para el tema de WLAN fue necesario consultar al Ing. Fernando Carvajal, funcionario encargado de las redes inalámbricas al interior de la Universidad Autónoma, quien brindo su conocimiento sobre este tema y explico cómo están diseñadas e implementadas las redes.

El proyecto pretendía ser una prueba de concepto sobre el tema de Realidad Aumentada usando el tema de las redes inalámbricas como eje central, para esta prueba se usó como caso de estudio la Universidad Autónoma de Occidente.

El prototipo desarrollado pretende ser la base para posteriores desarrollos y se espera que temas que no se trataron en profundidad aquí se complementen, tal es el caso del alcance de las señales de los AP y un estudio más a fondo sobre el tema de los posibles obstáculos con los que se pudo encontrar una señal inalámbrica y su margen de atenuación, tema que favorecería mucho a los estudios que se realizan al momento de desplegar una red inalámbrica, pero que por el grado de dificultad adicional que conlleva no fue posible incluirlos en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. ALONSO, N., BALAGUER, A., BORI, S., FERRE, G., JUNYENT, E., LAFUENTE, A., LOPEZ, J., LORE, J., MUÑOZ, D., SENDIN, M. y TARTERA, E. Análisis de escenarios de futuro en realidad aumentada. Aplicación al yacimiento arqueológico de Els Vilars [En Línea]. España. 2001. [Consultado 11 de Diciembre de 2008]. Disponible en internet: http://griho2.udl.es/publicacions/2001/Interaccion_2001_-_Realidad_Aumentada.pdf.
- [2]. GOMEZ, P. Análisis de sistemas digitales radio apropiados a las necesidades de telecomunicación en zonas rurales aisladas de la amazonia peruana [En Línea]. España. 2002. [Consultado del: 23 de agosto de 2009]. Disponible en: http://www.ehas.org/uploads/file/difusion/academico/PFC/PabloValentinGomez_PFC.pdf
- [3]. WAGNER D. y SSCHMALSTIEG D. ARToolKit on the PocketPC Platform [En Línea]. Austria. 2002. [Consultado 12 de Febrero de 2009]. Disponible en: http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/ART03_Code_DanieIWagner.pdf
- [4]. ASTLE, D. y DURNIL, D. OpenGL ES Game Development (Game Development Series). Course Technology PTR. 2004. 320 P.
- [5]. PAPAGIANNAKIS, G., SINGJH, G. y MAGNENAT, N. A survey of mobile and wireless technologies for augmented reality systems [En Línea]. USA. 2008. [Consultado 14 de Diciembre de 2008]. Disponible en: <http://stinet.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA479853&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf>.
- [6]. BASOGAIN, X., OLABE, M., ESPINOSA, K., ROUECHE, C. y OLABE, J. Realidad aumentada en la Educación: una tecnología emergente [En Línea]. España. 2007. [Consultado 16 de Diciembre de 2008]. Disponible es: <http://www.labein.es/rasmap-w.nsf/Publicaciones/educamadrid-2007.pdf>.
- [7]. BOARD, R., SHREINER, D., WOO, M., NEIDER, J. y DAVIS, T. OpenGL(R) Programming Guide: The Official Guide to Learning OpenGL(R). 6th Edition. Addison-Wesley Professional, 2003, 816 p.
- [8]. BURNETTE, E. Hello, Android: Introducing Google's Mobile Development Platform. Pragmatic Bookshelf. 2008. 250 P.
- [9]. Cisco CCNA Modulo 3. Conceptos y configuración básicos de la conexión inalámbrica. 2009

[10]. DIMARZIO, J. Android a Programmers Guide. McGraw-Hill Osborne Media. 2008. P 400.

[11]. BRANDAO, R., BERMUDEZ, J., BRAVO, F. y DOMINGUEZ, A. Diseño y animación en la educación [En Línea]. Panamá. 2009, [Consultado el: 23 de junio de 2009]. Disponible en: <http://rogerbrandao.hostoi.com/doc/doc/OpenGL%20roger.docx>

[12]. CAMARERO, J. Evaluación de las tecnologías de la web móvil 2.0 desarrollo de un prototipo de web móvil de la ETSIT con tecnología móvil AJAX [En Línea]. 2008. [Consultado el: 15 de enero de 2009] Disponible en internet: http://lab.gsi.dit.upm.es/c/document_library/get_file?p_l_id=14888&folderId=18048&name=DLFE-504.pdf

[13]. WAGNER, D. y SSCHMALSTIEG, D. Experiences with Handheld Augmented Reality [En Línea]. Austria. 2007. [Consultado 12 de Enero de 2009]. Disponible en: <http://www.icg.tu-graz.ac.at/Members/daniel/Publications/HandheldAugmentedRealityDisplays.pdf>

[14]. Instalación de Redes [En Línea]. Multiservices 411 C.A. 2008. [Consultado 23 de Marzo de 2009]. Disponible en: <http://www.multiservices411.com/redes.htm>.

[15]. JACOBSON, I., BOOCH, G. y RUMBAUGH, J. El proceso unificado de desarrollo de software. Addison Wesley. 2000. 435 P.

[16]. LARA, L. y VILLARREAL, J. La realidad aumentada: una tecnología en espera de usuarios [En Línea]. México. 2007. [Consultado 3 de Enero de 2009]. Disponible en: http://www.revista.unam.mx/vol.8/num6/art48/jun_art48.pdf.

[17]. MEIER, R. Professional Android Application Development . Wrox. 2008. 432 P.

[18] HOLLERER, T. y FEINER, S. Mobile Augmented Reality [En Línea], USA. 2004. [Consultado 5 de Enero de 2009]. Disponible en: <http://www.cs.ucsb.edu/~holl/pubs/hollerer-2004-tandf.pdf>.

[19]. SSCHMALSTIEG, D. y WAGNER, D. Mobile Phones as a Platform for Augmented Reality [En Línea]. Austria. 2008. [Consultado 13 de Enero de 2009]. Disponible en: http://www.icg.tugraz.at/pub/pub/SCHMALSTIEG_SEARIS08.pdf.

[20]. MUNSHI, A., GINSBURG, D. y SHREINER, D. OpenGL(R) ES 2.0 Programming Guide. Addison-Wesley Professional. 2008. 480 p.

- [21]. PULLI, K., AARNIO, T., MIEYYINEN V., ROIMELA K. y VAARALA J. Mobile 3D Graphics: with OpenGL ES and M3G (The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics). Morgan Kaufmann. 2007. 464 p.
- [22]. DRUMMOND, T. Realidad Aumentada [En Línea]. 2007. [Consultado 21 de Diciembre de 2008]. Disponible en: [http://library.abb.com/global/scot/scot271.nsf/veritydisplay/3526803755bb1020c125728f004c902f/\\$File/70-72%201M718_SPA72dpi.pdf](http://library.abb.com/global/scot/scot271.nsf/veritydisplay/3526803755bb1020c125728f004c902f/$File/70-72%201M718_SPA72dpi.pdf).
- [23]. BASOGAIN, X., LABE, M., ESPINOSA, K., ROUECHE, C. y OLABE J. Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente [En Línea]. España. 2007. [Consultado el: 11 de Diciembre de 2008] Disponible en internet: <http://www.labein.es/rasmap-w.nsf/Publicaciones/educamadrid-2007.pdf>
- [24]. ALONSO, S. Redes Libres Técnicas para armado de redes LAN utilizando Software Libre [En Línea]. Argentina. 2009. [Consultado 2 de Octubre de 2009]. Disponible en: <http://institutonuevocuyo.org.ar/bunker.org.ar/incubadora/redes.pdf>
- [25]. OTXOA, G. Redes inalámbricas. Wi-fi, el futuro de la comunicación [En Línea]. España. 2004. [Consultado 21 de Agosto de 2009]. Disponible en: <http://imagenes.mailxmail.com/cursos/pdf/redes-inalambricas-wi-fi-futuro-comunicacion-4543.pdf>
- [26]. PONCE, M., TORTOSA, E. y MAICAS, V. Redes inalámbricas IEEE 802.11 [En Línea]. España. [Consultado 10 de Marzo de 2009]. Disponible en: http://www.zero13wireless.net/wireless/manuales/Guia_Redес_Inalambricas_802.11.pdf.
- [27]. RONCAGLIOLO, P. GONZALEZ, A., ORELLANA, A. y MASSARO, P. Sistema de Realidad Aumentada para Planificación Neuroquirúrgica Basado en Dispositivos Móviles de Uso Masivo [En Línea]. 2007. [Consultado 10 de Enero de 2009]. Disponible en: http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/publications/2007/JornadasIngenieriaBiomedica/CI26_Roncagliolo_UVChile_RealidadAumentada.pdf.
- [28]. ANDRES H. y MARK O. UMAR Ubiquitous Mobile Augmented Reality [en línea], Suecia. 2004. [Cosultado 10 de Febrero de 2009]. Disponible en: <http://webstaff.itn.liu.se/~andhe/UMAR/umar2.pdf>
- [29]. Universal Mobile Telecommunications System [en línea]. Wikipedia: la enciclopedia libre. [Consultado 5 de Octubre de 2009]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Universal_Mobile_Telecommunications_System.
- [30]. VALLES, O. Visión por Computadora [en línea]. México. 2002. [Consultado 3 de Octubre de 2008]. Disponible en: <http://www.depi.itch.edu.mx/apacheco/expo/html/ai11/vision.html>.

[31]. What is Android? [En Linea]. Android Developers web page. [Consultado 26 de Agosto de 2009]. Disponible en: <http://developer.android.com/guide/basics/what-isandroid.html>.

[32]. WOO, M., NEIDER, J. y DAVIS T,. OpenGL Programming Guide. 7 Edición. Addison-Wesley. 2000. 936 p.

[33]. WRIGHT, R., LIPCHAK, B., y HAEMEL, N. OpenGL(R) SuperBible: Comprehensive Tutorial and Reference. 4 Edición. Addison-Wesley Professional. 2007. 1248 p.